Tech.
1887

R

Techn. Schmidtbauer, L.,
188 ?

Der luftleere Raum,

der

Luftdruck und die comprimirte Luft

in ihrer mannichfachen,

bereits üblichen oder noch möglichen

Nutzanwendung in den Gewerben.

Eine ausführliche Anweisung,

durch

rationelle Anwendung dieser Potenzen Brennmaterial und Arbeit zu ersparen, bessere Produkte zu gewinnen, Krankheiten zu heilen, feststehende und Locomotiv-Maschinen zu treiben, in der Kälte zu destilliren und abzudampfen, ohne Feuer zu heizen, Eis in Menge und wohlfeil zu erzeugen, bei chemischen Fabrikationen Verbindungen und Trennungen zu erleichtern rc. rc.

Für

Rübenzucker-Fabrikanten, Zucker-Raffineurs, Branntweinbrenner und Destillateurs, Bierbrauer, Stärkefabrikanten, Gerber, Färber, Mechaniker, Maschinen- und Mühlenbauer, Bleicher, Kattundrucker, Oelraffineurs, Schwefelsäure- und Papierfabrikanten, für Manufakturisten, Fabrikanten und Gewerbtreibende jeder Art, sowie für Aerzte, Apotheker und Freunde der angewandten Naturwissenschaften.

Von

Ludwig Schmidtbauer.

Mit 6 Tafeln Abbildungen.

Quedlinburg und Leipzig.

Druck und Verlag von Gottfr. Basse.

1849.

501. B.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorwort.

Eine der wichtigsten und folgenreichsten Erfindungen für die Physik war die der Luftpumpe, welche im Jahre 1650 von dem Bürgermeister Otto v. Guerike in Magdeburg gemacht wurde. Ihr allein verdanken die Naturwissenschaften die vielseitigste Bereicherung und eine hellere Erkenntniß vieler bis dahin in ein undurchdringliches Dunkel gehüllter Erscheinungen. Seit dem berühmten Versuche, welchen Guerike im Jahre 1654 auf dem Reichstage zu Augsburg vor dem deutschen Kaiser Rudolph damit anstellte, wurde sie allgemein eingeführt und fand im Laufe der Zeit manche Verbesserung. Jahrhunderte hindurch blieb sie indessen ausschließliches Eigenthum der Wissenschaft und diente nur den Forschungen experimentirender Physiker.

Erst der neueren Zeit, in welcher Handel und Gewerbe und mit ihnen das Bestreben, die Realwissenschaften nutzbringend auf sie anzuwenden, einen erhöhten Aufschwung nahmen, war es vorbehalten, sie aus den Cabinetten der Physiker in die Werkstätten der Künste und Gewerbe einzuführen. Sie hat darin bereits manche wichtige Anwendung gefunden und zu Resultaten geführt, welche ohne sie unerreichbar gewesen sein würden, so daß sie schon jetzt mit vollem Rechte ein unentbehrliches Werkzeug der Industrie zu nennen ist. Wenngleich die Erwartungen, welche Manche von ihrer Anwendung hegten, mannichfachen Täuschungen unterworfen gewesen sind, so sind andererseits doch auch viele Versuche, sich ihrer zur Vereinfachung, Vervollkommnung und Verwohlfeilung technischer Operationen zu bedienen, mit dem glänzendsten Erfolge gekrönt worden, und es läßt sich mit Grund annehmen, daß dieses auch noch ferner der Fall sein, daß sie noch mancher, bisher unbekannter Nutzanwendungen fähig sein wird.

Hat freilich der Erfolg bewiesen, daß beim Kochen im luftleeren Raume die auf eine irrige Ansicht begründete Hoffnung bedeutender Ersparung an Brennmaterial aus nunmehr klaren physikalischen Gründen in der Wirklichkeit nicht stattfindet, so hat nichts desto weniger Howard's Zuckersiedeapparat den Beweis geliefert, wie dennoch in diesem Felde wichtige Resultate durch sie zu erreichen sind. Dieser Umstand, so wie viele andere mit Glück versuchte Anwendungen der Luftpumpe veranlaßten uns seit Jahren, diesem Gegenstande unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden und Notizen darüber zu sammeln, woraus die vorliegende Schrift hervorgegangen ist. Wir glauben darin keine der bis jetzt üblichen Anwendungen übergangen zu haben, wenigstens wird man keine der allgemeinen Benutzungsarten darin vermissen, so daß sich die Anwendung derselben in speciellen Fällen für den rationellen Leser leicht abstrahiren läßt, weßhalb wir einer weitläufigen und zeitraubenden Wanderung durch das Gesammtgebiet der Technik uns überheben zu dürfen glaubten.

Uebrigens haben wir im Laufe des Gegenstandes selbst stets auf analoge Fälle, wo die Anwendung des luftleeren Raumes versucht zu werden verdient, hingewiesen, und somit dem Hauptzwecke genügt, den wir uns bei der Herausgabe dieser Schrift gestellt hatten, nämlich den, die Aufmerksamkeit der Gewerbetreibenden diesem wichtigen Gegenstande zuzulenken, und dadurch einen, wenn auch geringen Beitrag zur Förderung eigenen Nachdenkes und zur Vervollkommnung technischer Operationen zu liefern.

Der Verfasser.

Erster Abschnitt.

1. Von den Eigenschaften der Luft, dem Drucke derselben und den darauf begründeten Erscheinungen.

Mit dem Namen Luft bezeichnete man früher im Allgemeinen alle jenen unsichtbaren und äußerst dünnen Flüssigkeiten, die sehr elastisch sind und sich durch Kälte nicht zu dem tropfbar flüssigen Zustand condensiren lassen. Gegenwärtig bedient man sich als generischen Ausdruck gewöhnlich der Benennung Gas für jene Flüssigkeiten, mit Ausnahme derjenigen, welche den Erdball in einer starken Schicht umgiebt und ausschließlich Luft oder atmosphärische Luft genannt wird. Das Vorhandensein derselben giebt sich durch eine große Menge von Beobachtungen und Erscheinungen leicht zu erkennen. Man empfindet dieselbe, wenn man die flache Hand oder einen Fächer schnell gegen das Gesicht bewegt; sehr deutlich wahrnehmbar zeigt sich ferner ihre Gegenwart beim Füllen einer Bouteille durch Eintauchen in eine Flüssigkeit, wobei Etwas in Blasen aus der Bouteille entweicht und dem Wasser Platz macht; beim senkrechten Eintauchen eines umgestürzten Trinkglases, der Taucherglocke in Wasser, wobei diese nie ganz von letzterem erfüllt werden, indem die darin befindliche Luft dieses verhindert; bei den Wirkungen der Blasebälge, der Windbüchsen, der Feuerspritzen, der sanften Winde und Stürme u. s. w.

Diese große Luftmasse, welche überall um die Erde verbreitet ist, und deren über einander liegende Schichten bis

zur größeren Höhe, als die höchsten Berge steigen, wird Atmosphäre, Luft- oder Dunstkreis genannt. Die Höhe, bis zu welcher die Atmosphäre umgiebt, ist nicht mit voller Zuverlässigkeit ausgemittelt und wird zu 10 bis 15 Meilen angenommen. Die atmosphärische Luft wird wie alle übrigen Körper von der Erde angezogen, ist also schwer und muß daher auf alle Gegenstände, die ihrer freien Bewegung gegen den Mittelpunkt der Erde entgegenstehen, drücken. Ihr Druck wirkt gleich dem aller anderen schweren elastischen Flüssigkeiten von allen Seiten gleichförmig, und wird nur aus diesem Grunde nicht von uns wahrgenommen, indem der obere Druck der Luft, welche einen Körper umgiebt, durch den von unten aufgehoben wird. Sehr merklich dagegen wird dieser Druck, wenn er auf einem Theile des Körpers aufgehoben wird, während er auf den anderen fortdauert.

Schließt man eine Röhre, die auf dem Teller der Luftpumpe steht, oben mit der flachen Hand, und pumpt die Luft aus der Röhre, so wird die Hand wie von einem großen Gewichte in die Röhre hineingedrückt, weil der Druck der Atmosphäre auf den in die Röhre gerichteten Handteller aufgehoben ist, während er auf dem Rücken der Hand noch fortdauert. Wenn man auf den Teller der Luftpumpe einen Glascylinder mit sehr dicken Wänden stellt, über dessen obere Oeffnung ein Stück Blase stark gespannt ist, so wirkt auf diese Blase einerseits der Druck der äußeren Luft, welcher sie niederzudrücken, und andererseits der Druck der inneren Luft, welcher sie zu heben strebt, so daß sie unter diesen beiden entgegengesetzten Druckkräften im Gleichgewichte bleibt. Wenn man nun durch irgend ein Mittel eine neue Quantität Luft in das Gefäß brächte, so würde der innere Druck der stärkere werden, und die Blase würde sich nach außen erheben; wenn man dagegen einen Theil der inneren Luft hinwegnähme, so würde der innere Druck schwächer werden und die Blase würde durch den äußeren stärkeren Druck nach innen gebogen werden.

Diese Erscheinung kann durch Anwendung der Luftpumpe, vermittelst welcher man fast alle in dem Gefäße enthaltene Luft fortschaffen kann, hervorgebracht werden; denn sobald man anfängt, die Luft auszupumpen, bemerkt man, daß sich die Blase durch den äußeren Luftdruck immer

mehr nach innen biegt, und wenn endlich das Gefäß fast luftleer gemacht ist, so bemerkt man, daß die Blase sehr ausgedehnt ist, und daß folglich ein starker Druck auf sie einwirkt. Es läßt sich zeigen, daß sie nicht so stark gespannt werden würde, wenn man ein Gewicht von 100 Kilogrammen auf sie stellte. Wenn man alsdann mit dem Finger auf die Mitte der Blase einen geringen Stoß ausübt, so zerspringt sie in tausend Stücke und man hört einen stärkeren Knall als ein Pistolenschuß. So stark ist die Gewalt, welche der Druck der Luft ausübt, indem sie in das Gefäß eindringt, denn gerade durch dieses heftige Eindringen der Luft in das Gefäß wird der starke Knall hervorgebracht. Statt des Druckes von oben nach unten würde man den Seitendruck der Luft erhalten, wenn die Blase über eine in der Seitenwand des Cylinders befindliche Oeffnung gespannt wäre, und der von unten nach oben wirkende Luftdruck würde sich zu erkennen geben, wenn die Blase über das untere offene Ende des Cylinders gespannt wäre, und die Luft am verschlossenen Ende durch eine kleine Oeffnung ausgepumpt würde.

Diese letzten Druckkräfte haben dieselbe Wirkung wie die ersten, welches beweist, daß der Luftdruck nach allen Richtungen stattfindet, oder daß sich der Druck wie in den tropfbaren Flüssigkeiten fortpflanzt und seine Richtung verändern kann, so daß sich z. B. der von oben nach unten wirkende Druck auch in einen von unten nach oben wirkenden Druck verwandeln kann. Dieser Versuch scheint anfangs sehr auffallend, denn man begreift nicht, wie die Luft in einem Zimmer einen so bedeutenden Druck ausüben kann, und sie müßte weit schwerer sein, wenn man diesen Druck ihrer Schwere zuschreiben wollte; denn eine Wassersäule, welche so hoch wie das Zimmer wäre, würde bei weitem eine solche Wirkung nicht hervorbringen können. In der That liegt der Erscheinung auch eine andere Ursache zum Grunde. Wir wollen für einen Augenblick annehmen, daß der Versuch im Freien angestellt würde, so würde alsdann nach hydrostatischen Principien der auf die Blase wirkende Druck dem Gewichte einer Luftsäule gleich sein, welche die über die Oeffnung gespannte Blase zur Grundfläche hätte und deren Höhe genau der ganzen Höhe der Atmosphäre gleich wäre. Da nun die Druckkräfte in derselben Niveau-

schicht alle einander gleich sind, so sieht man ein, daß der in dem Zimmer auf die Blase wirkende Druck ebenfalls dem atmosphärischen gleich ist. Wenn man diesen Druck, unter welchem die Blase mit einem so starken Knall zerplatzt, mäße, so würde man das ganze Gewicht einer Luftsäule erhalten, welche so hoch ist als die Atmosphäre.

Eine Glocke, die man auf den Teller der Luftpumpe stellt, kann man, bevor die Luft in derselben verdünnt wird, ohne Beschwerde wegnehmen und fortbewegen; ist aber die Luft darin bis auf einen gewissen Grad verdünnt, so bringt man sie mit aller Gewalt nicht vom Teller los, weil man nun einen großen Theil des auf ihr ruhenden Luftgewichtes mit tragen müßte; eben so kann man eine mit Quecksilber gefüllte Glocke, in Quecksilber ganz untergetaucht, sehr leicht aufheben, niederdrücken und nach allen Richtungen bewegen; will man sie aber über das Quecksilber herausheben, so dürfte für eine etwas geräumige Glocke die Kraft eines Menschen leicht nicht hinreichend sein; eine Beobachtung, welche man bei den Versuchen mit Gasarten, wozu man sich des pneumatischen Quecksilberapparats bedienen muß, sehr oft wahrnimmt.

Weil die Luft gleichförmig nach allen Richtungen, also wie schon oben gezeigt wurde, eben so gut von oben nach unten als von unten nach oben drückt, so kann das Wasser nicht durch die untere Oeffnung einer etwas engen Glasröhre auslaufen, die, nachdem sie in Wasser untergetaucht und gefüllt, und nachdem die obere Oeffnung mittelst des Fingers verschlossen ist, senkrecht aus dem Wasser hervorgezogen wird. Der Druck der Atmosphäre von oben ist durch den verschließenden Finger aufgehoben; die Luft drückt also bloß von unten und läßt das Wasser nicht aus der Röhre fließen. Schüttelt man die Röhre, so dringt an den Seitenwänden Luft ein, und das Wasser fließt aus. Man kann auch, statt die Röhre ins Wasser zu tauchen, nur das untere Ende desselben hineinstellen, und die Luft mittelst Saugen oder Pumpen aus der oberen Oeffnung der Röhre herausschaffen, wobei das Wasser in der Röhre in dem Maße über die Libelle in die Höhe steigt, als die Luft in derselben verdünnt wird. Es wird hierbei der obere Druck der Atmosphäre auf die Flüssigkeit vermindert, während die-

selbe auf die Flüssigkeit außer der Röhre noch mit ihrem ganzen Gewichte drückt und sie dadurch in die Höhe treibt.

Wenn man eine nicht zu lange gläserne Röhre, welche an dem einen Ende zugeschmolzen ist, auf die gewöhnliche Art mit Wasser füllt, die Oeffnung mit dem Finger verschließt, die Röhre umkehrt und den Finger von der nun senkrecht gegen unten gekehrten Oeffnung wegnimmt, so rinnt die Flüssigkeit nicht aus, weil der Druck der Luft von oben nicht einwirken kann. Mit weiteren Röhren oder Gefäßen, z. B. mit Trinkgläsern, läßt sich dieser Versuch nicht ohne Schwierigkeit anstellen, weil während des Umkehrens das Schwanken der Flüssigkeit und das dadurch veranlaßte Eindringen der Luft nicht leicht zu vermeiden ist; beseitigt man diesen ungünstigen Umstand z. B. dadurch, daß man auf das volle Trinkglas ein Blatt Papier drückt, so gelingt der Versuch in diesem Falle.

Wenn man die Luft in einer Röhre mehr und mehr vermindert, so muß die Flüssigkeitssäule in der Röhre immer höher steigen, und wenn endlich die Luft aus der Röhre ganz fortgeschafft ist, so erreicht sie eine solche Höhe, daß sie einer Luftsäule von gleicher Grundfläche und der ganzen Höhe der Atmosphäre das Gleichgewicht hält. Es ist demnach die Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeiten in luftleeren Röhren durch den Druck der Atmosphäre getrieben oder darin erhalten werden, nicht unbegrenzt; sondern es kann dieses nur in dem Maße geschehen, bis das Gewicht dieser Wassersäule dem Gewichte einer Luftsäule von derselben Grundfläche und der ganzen Höhe der Atmosphäre gleich ist. Man hat hierin also ein Mittel, das Gewicht einer Luftsäule zu bestimmen, welche so hoch wie die Atmosphäre ist; denn es kommt nur darauf an, eine hinreichend lange Röhre zu finden und aus ihr die Luft fortzuschaffen.

Pascal hat diesen Versuch im Jahre 1646 zu Rouen angestellt. Seine Röhre war 46 Fuß lang, und um sich der Mühe zu überheben, die Luft successive aus der Röhre zu entfernen, welches zu dieser Zeit nicht möglich gewesen wäre, verschloß er die Röhre an einem Ende, füllte sie mit Wasser und verschloß das andere Ende mit einem Stöpfel. Dann wurde die Röhre mit Hülfe von Schnüren und Rollen vertikal umgekehrt und das untere Ende in ein Gefäß mit Wasser getaucht. In dem Augenblicke, wo der die

Röhre verschließende Stöpfel hinweggenommen wurde, sank die Flüssigkeitssäule in der Röhre so lange, bis ihre Spitze ungefähr 32 Fuß über dem Niveau des Wassers in dem Gefäße stand. In dem 14 Fuß langen Raume über der Flüssigkeitssäule befand sich keine Luft, sondern er war leer; also hielt die Flüssigkeitssäule dem atmosphärischen Drucke allein das Gleichgewicht.

Hieraus folgt, daß eine Wassersäule von 32 Fuß Höhe eben so schwer ist als eine Luftfläche von derselben Grundfläche und so hoch wie die Atmosphäre. Mithin wird jeder Punkt der Erdoberfläche eben so stark gedrückt, als wenn sie mit einer Wasserschicht von 32 Fuß Höhe bedeckt wäre, und da wir am Grunde des Luftmeeres leben, so wirkt auf uns von allen Seiten ein eben so starker Druck, wie wenn wir uns am Grunde einer See befänden, und das Wasser desselben 32 Fuß hoch über uns stände. (Pouillet.)

Die erste Veranlassung zu dieser Entdeckung über den Druck der Luft verdanken wir den Brunnenmeistern zu Florenz. Als sie nämlich einen Saugpumpenstiefel von mehr als 32 Fuß Höhe construirt hatten, sahen sie mit großer Verwunderung, daß das Wasser nicht bis zu der Spitze desselben steigen wollte. Zu dieser Zeit erklärte man das Aufsteigen der Flüssigkeiten dadurch, daß man sagte, die Natur hätte einen Abscheu vor dem leeren Raume und sie triebe die Flüssigkeiten in denselben, um ihn auszufüllen. Galiläli indessen genügte eine Erklärung der Naturerscheinungen durch geheime Ursachen nicht, und sobald er von der oben erwähnten Beobachtung der Brunnenmeister Kunde erhielt, nahm er an, daß die Schwere der Luft die wahre Ursache derselben sei, welche Ansicht durch seines Schülers Torricelli Versuche bestätigt wurde. Nach ihm müssen sich die Höhen der Flüssigkeitssäulen, sollen sie gleichen Druck ausüben, umgekehrt wie ihre Dichtigkeiten, oder was dasselbe ist, wie ihre specifischen Gewichte verhalten. Bei schwereren Flüssigkeiten als Wasser, ist daher die Höhe geringer, bei leichteren beträchtlicher, so daß, da die Höhe des Wassers bekannt ist, das Steigen einer jeden anderen Flüssigkeit leicht berechnet werden kann. Bei einer Flüssigkeit, die noch einmal so schwer ist als Wasser, würde also eine Säule von 16 Fuß Höhe schon dem atmosphärischen Drucke das Gleichgewicht halten und da das Quecksilber fast

14 Mal (13,59) so schwer ist, als Wasser, so muß eine Quecksilbersäule, deren Höhe den vierzehnten Theil von 32 Fuß oder 384 Zoll, mithin ungefähr 28 Zoll beträgt, dem atmosphärischen Drucke ebenfalls das Gleichgewicht halten, welches sich auch vollkommen bestätigt, wenn man die oben beschriebenen Versuche mit der Glasröhre statt in Wasser in Quecksilber vornimmt.

Füllt man eine oben verschlossene Glasröhre mit Quecksilber, verschließt sie mit dem Finger und stürzt das offene Ende in ein kleines Gefäß mit Quecksilber, zieht alsdann den Finger hinweg, so fällt das Quecksilber so lange, bis die Säule auf eine Höhe von 28 Zoll herabgekommen ist. Man hat so ein Barometer in seiner einfachen Form, und Pascals Wassersäule war ein wirkliches Wasserbarometer.

Da der mittlere Druck der Atmosphäre einer Quecksilbersäule von 28,409 Wien. Zoll Höhe das Gleichgewicht hält, so muß man annehmen, eine Säule der Atmosphäre wiege eben so viel als eine Quecksilbersäule von demselben Durchmesser und 28,409 Wien. Zoll Höhe. Eine Quecksilbersäule von der genannten Höhe und 1 Quadratzoll Grundfläche (28,409 Kubikzoll) wiegt 12,6 Pfund; folglich drückt die Atmosphäre auf jeden Quadratzoll Oberfläche mit 12,6 Wien. Pfund und auch jeden Quadratfuß mit 18,15 Wien. Pfund.

Der Körper eines erwachsenen Menschen von mittlerer Größe bietet dem Drucke der Luft beiläufig 14 Quadratfuß Oberfläche dar, folglich trägt ein solcher Mensch 14 × 1815 = 25,410 Pfd. Luft; beim Fallen oder Steigen des Barometers um einen Zoll wird diese Last um mehr als 900 Pfund vermindert oder vermehrt, ohne daß jedoch der gesunde Mensch aus den oben angeführten Gründen etwas davon empfindet, eben so wenig, wie Fische in der Tiefe von 3000 Fuß unter der Oberfläche des Wassers von der noch größeren über ihnen stehenden Masse des letzteren belästigt werden.

Nur sehr schwächliche Menschen empfinden schnelle Aenderungen im Barometerstande auf eine unangenehme Weise. Da der Lebensproceß zu seiner Unterhaltung einer gewissen Menge Sauerstoff bedarf, so muß ihm dieses durch das Respirationsgeschäft zugeführt werden. Damit aber dasselbe auf eine leichte Weise geschehe, muß jeder Athemzug eine

gewisse Menge Luft in die Lungen einziehen, welches nur geschehen kann, wenn die Luft eine angemessene Dichtigkeit besitzt. Aus diesem Grunde ist ein gewisses constantes Verhältniß des Luftdrucks zum Wohlbefinden des Menschen und der Thiere nothwendig, so wie andererseits das Athmen in verdünnter Luft, z. B. auf hohen Bergen, 1500 Klafter über der Meeresfläche eine gewisse Unbehaglichkeit des Gefühls und Müdigkeit bedingen soll.

Bekannt ist der Versuch mit den Magdeburger Halbkugeln, den Otto v. Guerike im Jahre 1654 vor dem Kaiser Ferdinand III. auf dem Reichstage in Regensburg anstellte und dadurch ein auffallendes und merkwürdiges Beispiel von der Macht des Luftdruckes lieferte, wodurch die ganze Versammlung in Erstaunen gesetzt wurde. Er ließ zwei metallene Halbkugeln von 1,78 Wien. Fuß Durchmesser an einander schleifen. Die eine davon hatte eine mit einem Hahn zu schließende Oeffnung, durch die er vermittelst seiner Luftpumpe die Luft auszog und hierauf verschloß. Nun ließ er 16 Pferde anspannen und antreiben, ohne daß sie im Stande gewesen wären, die Halbkugeln von einander zu reißen. Nach den oben angegebenen Verhältnissen läßt sich berechnen, daß der Druck der Luft auf die Oberfläche dieser Halbkugeln von nicht ganz 10 Quadratfuß über 18,000 Pfd. betrug.

Die Atmosphäre hat jedoch nicht überall und in jeder Höhe gleiche Dichtigkeit, sondern sie nimmt von unten nach oben hin ab, welches daher zu kommen scheint, daß die unteren Schichten die Last der oberen mit zu tragen haben, wodurch jene mehr zusammengepreßt und dichter werden. Nach dem von Mariotte aufgestellten Mariotte'schen oder Boyle'schen Gesetze, welches man ziemlich richtig befunden hat, nimmt die Dichte der Atmosphäre in geometrischer Progression ab, so wie die Höhen in arithmetischen Progressionen zunehmen, wonach die Luft nur 4096 Mal dünner werden könne als an der Oberfläche der Erde und ihre größte Höhe daher 15 Lieues, jede zu 12,000 Pariser Fuß betrage. Daß aber die Grenze der Atmosphäre nicht da sei, wo die Dichtigkeit der Luft nicht größer ist als in der Guerike'schen Luftpumpe unter dem Recipienten, welcher durch eine gute Luftpumpe leer gemacht ist, oder bei etwa 7 geographischen Meilen, geht daraus hervor, daß die Grenze der Strahlen-

brechung noch bedeutend höher liegt; nach Delambre beträgt sie fast 10 deutsche Meilen.

Alle Erscheinungen, welche durch den Luftdruck in Ebenen bewirkt werden, zeigen sich daher auf hohen Bergen, je nach der Höhe derselben, mehr oder weniger modificirt. Auf dem, fast eine deutsche Meile hohen Chimborasso in Amerika steht daher das Barometer nur halb so hoch wie bei uns, etwa 13 bis 14 Zoll, woraus hervorgeht, daß daselbst die Luft auch nur halb so dicht sein kann als bei uns. Saugpumpen können daher auf diesem Berge das Wasser nicht höher als 15 bis 16 Fuß hoch heben, auch das Verbrennen geht daselbst, wie in einer stark verdünnten Luft überhaupt, viel schlechter von statten. Eben so schwellen in hohen Luftschichten den Menschen die Lippen auf, der Puls schlägt bei ihnen schwer, Blut und tropfbare Flüssigkeiten dringen aus dem Körper. Eine am Fuße des Chimborasso mit Luft gefüllte Blase muß daher auf seinem Gipfel nothwendig zerplatzen, weil der äußere Luftdruck dem im Inneren der Blase nicht das Gleichgewicht hält.

Die atmosphärische Luft besitzt einen hohen Grad von Elasticität, Spann- oder Expansivkraft. Eine Feder wird nur elastisch, wenn man sie zusammendrückt, und sie verliert ihre Elasticität, sobald sie ihren ursprünglichen Zustand wieder angenommen hat; aber die Luft ist stets in einem wirklichen Zustande der Spannung; es giebt für sie kein ursprüngliches Volumen, weil sie unaufhörlich ein größeres Volumen einzunehmen strebt. Wenn ein Liter gewöhnlicher Luft in einen leeren Raum von mehreren tausend Kubikmetern gebracht würde, so würde sie sich in diesem ganzen Raume gleichmäßig verbreiten, auf die ihn umschließenden Wände einen Druck ausüben und sich noch weiter auszudehnen streben. — Wenn man unter den Recipienten der Luftpumpe eine nur halb mit Luft gefüllte Blase bringt, und anfängt, die Luft aus dem Recipienten zu pumpen, so bemerkt man, daß die Blase immer mehr und mehr anschwillt und zuletzt das möglichst größte Volumen hat. Sie spannt sich alsdann eben so, wie wenn man mit einer bedeutenden Gewalt Luft hineingeblasen hätte. Man sieht also, daß die in der Blase enthaltene Luft auf ihre inneren Wände einen Druck ausübt, um sie auseinander zu treiben, weil dieses wirklich geschieht, sobald durch das Spiel der Luftpumpe die Luft

des Recipienten, welche diesen Druck aufhebt, hinweggenommen wird. Auch viele gewöhnliche Erscheinungen liefern Beweise für die Elasticität der Luft. Eine mit Luft gefüllte, verschlossene Blase nimmt Eindrücke vom Finger an, stellt ihre alte Form aber sogleich wieder her, wenn der Druck nachläßt.

Wenn man bei einer guten Spritze die Oeffnung verschließt, und dann den Stempel hinabdrückt, so wird der Widerstand immer größer und endlich so groß werden, daß man den Stempel nicht weiter bringen kann; die Luft zwischen dem Stempel und dem Boden der Spritze läßt sich also wohl bis auf einen gewissen Grad zusammendrücken, allein ihr Bestreben, sich auszudehnen, nimmt mit dem Grade des Druckes zu und hält endlich der äußeren zusammendrückenden Kraft das Gleichgewicht; hört diese zu wirken auf, so wird der Stempel wieder in die Höhe getrieben und dadurch bewiesen, daß die Luft nach Aufhebung des Druckes ihr voriges Volumen wieder einnimmt.

Nach dem durch Versuche genau ermittelten Mariotteschen Gesetze verhält sich die Dichtigkeit und Elasticität der Luft gerade so, wie die darauf drückenden Kräfte. Wird in einer gebogenen Glasröhre eine Luftsäule durch den Druck einer 28 Zoll hohen Quecksilbersäule auf 12 Zoll erhalten, so wird ihre Höhe auf 3 Zoll reducirt, sobald man der Quecksilbersäule eine Höhe von 112 Zoll giebt. Sie ist daher durch ein vierfach vermehrtes Gewicht auch vier Mal dichter, und da ihre Elasticität mit der zusammendrückenden Kraft im geraden Verhältnisse stehen muß, auch vier Mal elastischer geworden.

Wie alle übrigen Körper, nach Maßgabe ihres Aggregatzustandes, mehr oder weniger ausgedehnt werden, so wird dadurch auch das Volumen der Luft vergrößert und zwar in einem bedeutend höheren Grade als das der festen oder tropfbar flüssigen Körper, welche Eigenschaft indessen alle übrigen Gase mit der Luft gemein haben.

Wenn 1000 Kubikzoll Luft vom Eis- bis zum Siedepunkte des Wassers erhitzt werden, so nehmen sie einen Raum von 1375 Kubikzoll ein; 1000 Kubikzoll Wasser bei derselben Erhitzung nur 1046,6 Kubikzoll und 1000 Kubikzoll Eisen ebenfalls unter denselben Umständen nur 1001,5

Kubikzoll. — Folglich dehnt sich die Luft 8 Mal mehr als das Wasser, und dieses 30 Mal mehr aus als das Eisen.

Wenn man eine fest zugebundene, nur zu zwei Drittel mit Luft angefüllte, daher noch mit vielen Falten versehene Blase über den heißen Ofen hängt, so schwillt die Blase auf und die Falten verlieren sich, indem die in derselben eingeschlossene Luft durch die Wärme ausgedehnt wurde. Nach dem Erkalten zieht sich die Luft wieder in ihren vorigen Raum zusammen, und die Blase erhält ihre Falten wieder.

Hat man eine unten offene Glasröhre mit daran geblasener Kugel und erwärmt man letztere, so kann man beide Theile fast ganz luftleer machen. Stellt man in dem Augenblicke, wo dieses geschehen ist, die Mündung der Röhre unter Wasser, Weingeist oder Quecksilber, so werden diese Flüssigkeiten durch den äußeren Luftdruck durch die Röhre in die Kugel hineingetrieben.

Daß der Druck der Luft nicht immer derselbe ist, sondern nach Maßgabe der Verschiedenheit der atmosphärischen Verhältnisse bald mehr, bald minder stark ist und daß die Abnahme oder Zunahme dieses Druckes durch einen höheren oder niederen Barometerstand angezeigt wird, ist allgemein bekannt.

Schon aus den bisherigen Angaben der verschiedenen Experimente, welche in dieser Hinsicht angestellt sind, geht hervor, daß der Druck der Luft einen entschiedenen Einfluß auf alle menschlichen Beschäftigungen ausübt und daß man durch künstliche Vermehrung oder Verminderung desselben im höchsten Grade fördernd auf eine Menge industrieller Operationen einwirken kann.

2. Von den verschiedenen Mitteln, den Druck der Luft zu vermindern oder zu vermehren.

Da die atmosphärische Luft alle Räume gleichmäßig anfüllt und auf alle darin befindliche Körper mit gleichem Gewichte drückt, dieser Druck aber nur gleichmäßig mit der Höhe der Luft abnimmt und, wie aus dem Vorhergehenden bekannt ist, auf sehr hohen Bergen bedeutend geringer ist, so bleiben uns, da wir an der Höhe der Atmosphäre nichts ändern können, keine anderen Mittel, als alle Operationen,

die wir unter vermindertem Luftdrucke vornehmen wollen, auf hohen Bergen zu verrichten, oder aber, da dieses natürlich nicht ausführbar ist, erstere in völlig luftdicht geschlossenen Räumen zu betreiben, aus welchen die darin enthaltene Luft nach Maßgabe des Erfordernisses mehr oder minder vollständig zu entfernen ist.

Um aus luftdicht geschlossenen Behältern die Luft zu entfernen, oder mit anderen Worten, um luftleere Räume zu erzeugen, giebt es verschiedene Mittel, die mehr oder weniger wirksam, auch nach Maßgabe der Umstände mehr oder minder anwendbar sind. Die meisten und wirksamsten sind mechanische, doch giebt es auch einige chemische, von denen besonders die vermittelst Dampf kräftig wirkt und auch im größeren Maßstabe Anwendung findet.

a. Die Erzeugung eines luftleeren Raumes vermittelst der Luftpumpe.

Das wirksamste Instrument zur Erzeugung luftleerer oder vielmehr luftverdünnter Räume ist die von dem Magdeburger Bürgermeister Otto v. Guerike im Jahre 1650 erfundene Luftpumpe, welche, weil sie bei den verschiedenartigsten Operationen anwendbar ist, zur Verminderung des Luftdrucks bei technischen Processen auch den ausgedehntesten Gebrauch gefunden hat. Sie ist in ihrer einfachsten Form in Fig. 2. Taf. I. abgebildet. In dem Cylinder **a** bewegt sich ein dicht anschließender Kolben **b**, welcher eine mit einem Ventil versehene Oeffnung **c** hat. In den Boden des Cylinders mündet mit einem ähnlichen Ventil **d** eine Röhre und das andere Ende dieser Röhre im Centrum einer flachen Platte, des Tellers **f**. Auf diesen wird eine dicht anschließende Glocke von Glas gestellt, wenn die Luft aus dieser weggezogen werden soll. Bei Anwendung der Luftpumpe in der Technik mündet natürlich diese Röhre in das luftleer zu machende Gefäß.

Die Wirkung dieser Pumpe ist leicht ersichtlich. Wird der Kolben aufwärts gezogen, so müßte, weil das Ventil **c** keine Luft hineinläßt, im Cylinder unter dem Kolben ein leerer Raum entstehen, wenn nicht die Luft durch ihre Elasticität sich durch das Ventil **d** in denselben ausdehnen könnte. So wie dieses aber geschieht, wird jene Luft dünner. Stößt man darauf den Kolben zurück, so kann, weil das Ventil

d es hindert, die unter dem Kolben befindliche Luft nicht wieder in die Glocke zurückfließen, und sie muß daher zuletzt durch das Ventil c entweichen. Wird das Pumpen wiederholt, so wird die Luft in der Glocke, oder im Großen in einem anderen Gefäße aufs Neue verdünnt.

Wäre die Pumpe vollkommen, so ließe sich leicht berechnen, in welchem Grade die Luftverdünnung zunehmen muß. Wäre der leere Raum, der bei jedem Kolbenhube entsteht, $\frac{1}{4}$ so groß als der Inhalt der Glocke, oder eines beliebigen luftleer zu machenden Gefäßes, so müßte sich die darin enthaltene Luft jedesmal auf $\frac{5}{4}$ ausdehnen und in derselben blieben $\frac{4}{5}$ zurück. Beim ersten Hube würde also die Luft auf $\frac{4}{5}$ verdünnt, beim zweiten diese wieder auf $\frac{4}{5}$, und die anfängliche wäre also $\frac{4}{5}$, $\frac{4}{5}$ oder $\frac{16}{25}$ mal dünner. So könnte man leicht finden, wie viel dünner sie nach 10, 20 oder mehr Hüben sein muß, und zuletzt müßte man immer eine fast unendliche Verdünnung bewirken können. Abgesehen aber, daß der Kolben oft nicht vollkommen dicht an den Stiefel schließt, berührt derselbe auch nie den Boden und das Ventil so vollkommen, daß nicht bei jedem Niedergange einige Tropfen Luft (im sogenannten schädlichen Raume) zurückblieben. Auch bei den besten Maschinen geht die Verdünnung daher nicht so rasch und findet zuletzt ihre Grenzen; doch giebt es welche, die eine fünfhundert- und mehrfache Verdünnung möglich machen.

Um den Grad der Verdünnung zu erfahren, stellt man unter die Glocke eine kleine Schaale mit Quecksilber und einer damit gefüllten Röhre. Im Großen verbindet man mit dem zu entleerenden Gefäße auf geeignete Weise ein Barometer. Anfangs bleibt der Stand des Quecksilbers unverändert, später fängt es aber zu sinken an. Fällt es bis auf einen Zoll, so muß die Luft schon 28 Mal dünner geworden sein, und über 300 Mal, wenn es bis auf 1 Linie herabsinkt. Wenn die Glocke oder das Gefäß luftleer gemacht ist, so wird der auf die obere Fläche des Kolbens wirkende atmosphärische Druck nicht durch den inneren Druck mehr aufgehoben, und es ist folglich, um den Kolben zu heben, außer der zu überwindenden Reibung noch eine Kraft von so viel Mal 12,6 Wien. Pfd. erforderlich, als die obere Fläche desselben Quadratzoll enthält (s. oben), oder von so viel Mal 1,033 Kilogr., als die Oberfläche Quadratcentimeter

enthält. Ein Kolben, dessen Halbmesser 1 Decimeter beträgt, würde also eben so schwer zu heben sein, als ein Gewicht von ungefähr 300 $\times$ 1,033 Kilogr., d. h. von mehr als 600 Pfunden.

Um schneller arbeiten zu können, hat man Luftpumpen mit zwei Cylindern und zwei Kolben. Die beiden Kolbenstangen sind dabei mittelst eines Balanciers verbunden, so daß die eine aufsteigt, wenn die andere niedergeht. Die aus beiden Cylindern tretenden Röhren laufen dann in eine einzige zusammen, welche in das von Luft zu entleerende Gefäß einmündet. Bei diesen hebt sich der äußere Druck auf die Kolben gegenseitig auf, und es ist bloß noch die Reibung zu überwinden.

Die Construction einer solchen doppelt wirkenden Luftpumpe kann man sich hiernach sehr leicht vorstellen, weßhalb wir eine weitere Beschreibung, welche man indessen in jedem ausführlichen Lehrbuche der Physik findet, hier übergehen, zumal man zu technischen Zwecken so überaus vollkommener Luftpumpen, wie sie der experimentirende Physiker nöthig hat, gar nicht bedarf.

b. Erzeugung luftverdünnter Räume durch andere mechanische Vorrichtungen.

In allen Fällen, wo die Luftverdünnung nicht bis zu einem sehr hohen Grade getrieben zu werden braucht, kann man sich mit Vortheil der im Folgenden beschriebenen ziemlich einfachen Luftverdünnungsmaschinen bedienen.

In einem großen, mit Wasser gefüllten, recht dichten Fasse geht ein anderes Faß so hinein, daß, wenn es darin auf- und niedergezogen wird, sein Rand doch nie über die Oberfläche des Wassers kommt, sondern vom Wasser gesperrt bleibt. Der Boden oder eigentlich der Deckel dieses umgekehrten Fasses enthält ein Ventil, das sich aufwärts öffnet. Aus dem Gefäße nun, worin die Luft verdünnt werden soll, wird eine geräumige Röhre wasserdicht durch den Boden des aufrecht stehenden Fasses bis nahe an die Oberfläche des Wassers geführt; die oberste Mündung dieser Röhre enthält ebenfalls ein aufwärts sich öffnendes Ventil. Liegt nun der Deckel des umgekehrten Fasses auf der Wasseroberfläche, und wird er durch irgend eine Maschinerie in die Höhe gezogen, so entsteht hinter ihm ein großer luftlee-

rer Raum, welcher sogleich durch die aus dem zu entleerenden Gefäße hinzu strömende Luft ausgefüllt wird. Drückt man dasselbe Faß nieder, so drückt sich diese Luft zu dem Ventile des Deckels heraus, und beim abermaligen Aufziehen des Fasses füllt sich letzteres neuerdings mit bereits verdünnter Luft aus dem zu entleerenden Gefäße, welche durchs Herabdrücken wieder entfernt wird. Durch ein anhaltendes Spiel dieser Maschinerie läßt sich die Luftverdünnung ziemlich weit treiben.

Auf ganz ähnliche Weise, ohne Anwendung von Wasser als Sperrflüssigkeit, würde sich derselbe Zweck erreichen lassen durch zwei, möglichst luftdicht in einander passende aufrecht stehende Cylinder. Der äußere müßte auf einer Unterlage befestigt, beide aber auf eine der obigen Angaben entsprechende Weise mit Ventilen versehen sein. Durch Aufziehen und Niederdrücken des inneren Cylinders würde je nach dem Größenverhältnisse der Cylinder zu dem zu entleerenden Gefäße die Luftverdünnung sehr schnell erfolgen.

Statt dieser Cylinder könnte man sich auch eines mit zwei Ventilen versehenen, durch starkes Ueberfirnissen des Leders luftdicht gemachten Blasebalgs bedienen. Ein solcher würde sehr zweckmäßig viereckig anzufertigen sein, so daß die Seitenwände ganz aus Leder und nur der Deckel und Boden aus Holz bestände. Zu verschiedenen Zwecken würde man sich zur Anfertigung solcher Bälge statt des Leders mit Vortheil dünner Kautschukplatten bedienen können.

c. Luftverdünnung durch den Ausfluß von Quecksilber aus einem luftdichten Gefäße.

Schraubt man eine mit einem Hahn versehene Kugel an eine etwa 30 Zoll lange Röhre, füllt man Kugel und Röhre mit Quecksilber und kehrt man sie dann unter den aus dem ersten Abschnitte bekannten Regeln so um, daß keine Luft eintreten kann, indem man die Röhre erst dann öffnet, wenn ihr Ende genau senkrecht gerichtet ist, so sinkt das Quecksilber auf 28 Zoll herab, und die ganze Kugel wird luftleer.

Auch mit Wasser würde man diesen Zweck erreichen können, dann aber müßte das Rohr über 32 Fuß lang sein, was für die Praxis zu umständlich ist, und um so weniger

in der Technik anwendbar sein kann, als es an einfacheren Mitteln zur Luftverdünnung nicht fehlt.

Auch die mit Quecksilber zu füllende Vorrichtung, welche früher unter dem Namen Quecksilberluftpumpe mehrfach vorgeschlagen wurde, ist unpraktisch und unbequem, indem sie eine große Menge Quecksilber erfordert, von dem 1 Cubikfuß über 9 Centner wiegt.

Leuchs empfiehlt in seinem Handbuch für Fabrikanten folgende hieher gehörende Vorrichtung zur Verdünnung der Luft. Wird an ein Gefäß, in dem die Luft verdünnt werden soll, eine starke Röhre angeschraubt, die nach verschiedenen Richtungen, wagrecht, auf- und abwärts gedreht werden kann, so hätte man eine Vorrichtung, um Luft zugleich zu verdünnen und zusammen zu drücken. Diese Röhre müßte an ihrem Ende mit einer zweiten Röhre versehen sein, die unter einem beliebigen Winkel mit ihr verbunden und weit größer an Durchmesser wäre. Setzen wir den Fall, diese erste Röhre wäre da, wo sie in das Gefäß geht, mit einer gegen dasselbe und mit einer nach außen sich öffnenden Klappe versehen und wäre wagrecht mit dem Gefäß, während die an ihr befestigte Röhre aufwärts einen Winkel mit ihr bildete. Die wagrecht liegende Röhre würde mit Quecksilber gefüllt und dann abwärts gedreht, worauf das Quecksilber vermöge seiner Schwere in der Röhre herabgehen und im gleichen Maße die Luft im Gefäße verdünnen würde. Drückte man nun die Klappe wieder in ihren wagrechten Stand hinauf, so würde die Klappe, welche sich gegen das Gefäß öffnet, sich schließen, und die nach außen gehende sich öffnen, das Quecksilber würde die Röhre wieder erfüllen, und die Luft, welche an seine Stelle getreten war, durch die nach außen sich öffnende Klappe treiben. Würde die Röhre wieder herabgedrückt, so würde diese Klappe sich schließen, das Quecksilber würde herabgehen und neuerdings Luft aus dem Gefäße ziehen. Würde die nach außen gehende Klappe verschlossen, so könnte man die Luft im Gefäß durch das in der Winkelröhre befindliche Quecksilber zusammendrücken.

Auch dieser Verdünnungsapparat wird in seiner Wirkung gegen einfachere derselben Art zurückstehen und nicht sowohl wegen seines geringen Effektes als auch wegen der

dabei erforderlichen höchst ungesunden, bei vielen Operationen höchst unwillkommenen Manipulation mit Quecksilber keine Empfehlung verdienen. Es haben daher auch alle Vorschläge zu Quecksilberpumpen oder hydraulischen Luftpumpen, wie solche 1722 von Emanuel Swedenborg zu Fahlum in Schweden, später von Dr. Joseph Bader in München und 1787 von Hindenburg geschehen sind, wenig Eingang gefunden und sind bereits der verdienten Vergessenheit anheim gefallen.

Eine von Cazelet im Journ. de Phys. Mai 1789. angegebene hydraulische Luftpumpe unterscheidet sich von den vorigen dadurch, daß man sich bei ihr des Wassers bedient. Er verbindet in einem hohen Zimmer ein starkes und hinlänglich großes Faß mit einer engen Röhre von 34 Fuß Höhe, füllt hierauf beide mit Wasser an, und schraubt hernach den Teller mit der Glocke aufs Gefäß. Nun öffnet er den Hahn unter dem Teller und auch den Hahn unten an der Röhre und läßt das Wasser so lange ausfließen, bis die zurückgebliebene Wassersäule mit dem Drucke der Atmosphäre im Gleichgewichte ist. Alsdann werden die Hähne wieder verschlossen, das Gefäß von Neuem wieder mit Wasser gefüllt und dieses Verfahren, so oft es nöthig ist, wiederholt. Die Unbequemlichkeit einer solchen Maschine fällt sogleich in die Augen.

d. Luftverdünnung durch Wasserdampf.

Die Wasserdämpfe können mit Erfolg benutzt werden, um luftleere Räume hervorzubringen, auch hat diese Methode, wie die folgenden Abschnitte ergeben, mehrfache Anwendung in der Technik erfahren.

Wilke gab in den Abhandl. der Königl. schwed. Akad. d. Wissensch. 1769. 31. B. S. 31. u. f. folgende Einrichtung hierzu an. Eine dichte messingene Blase mit rundem Boden besitzt drei mit Röhren und Hähnen versehene Oeffnungen. Durch die untere Röhre lassen sich mittelst einer langen Zugröhre heiße Wasserdämpfe aus einem Kessel in die Blase leiten, welche die darin befindliche Luft durch die zweite Röhre zur Seite austreiben. Die dritte Röhre am oberen Theile der Blase geht zum Teller, auf welchem die Glocke steht. Die Blase ist mit einer dünnen messingenen Hülle umgeben, die von selbiger allenthalben um $\frac{1}{4}$ Zoll ab-

steht und oben offen bleibt. So lange die Blase mit den heißen Wasserdämpfen angefüllt wird, bleibt der Hahn nach der Glocke zu verschlossen; sobald aber diese zur Seitenröhre auszutreten anfangen, werden die Hähne dieser und der unteren Röhre verschlossen, und man gießt in die dünne messingene Hülle der Blase kaltes Wasser, bis es aus einem im Boden befindlichen Loche eben so kalt wieder abfließt; auf diese Weise entsteht durch Erkältung der Dämpfe ein leerer Raum, und es verbreitet sich nun, wenn der Hahn nach der Glocke geöffnet wird, die unter selbiger befindliche Luft mit durch die Blase. Durch Wiederholung dieses Verfahrens kann die Luft unter der Glocke immer mehr verdünnt werden. Wilke konnte in einer ganz leicht gebauten und nicht großen Maschine dieser Art die Luft auf 130 Mal verdünnen.

Eine andere Vorrichtung, mit Hülfe der Wasserdämpfe Luftleere zu erzeugen, ist von dem Abbé Cajetan Berretray geschehen und von Corradori in Green's Journ. der Phys. B. VI. S. 86. beschrieben. Auf einem großen kupfernen und verzinnten Gefäße A Fig. 3. Taf. IV. ist der konische Deckel B genau angelöthet, aus welchem die Röhre a mit dem Hahne b herausgeht, an die eine andere, am Ende d mit Schraubengängen versehene kleine Röhre c d luftdicht angeschraubt werden kann. Inwendig ist die Röhre a beinahe bis zum Boden des Gefäßes A hinuntergeführt, muß aber von demselben so weit abstehen, daß die unterste Oeffnung l die Oberfläche von 3 Pfund Wasser, welche in das Gefäß gegossen werden, nicht berühre. Auf der anderen Seite des Deckels, der Röhre a gegenüber, ist eine andere gebogene Röhre e f g h i angelöthet, welche ebenfalls einen Hahn besitzt, zuerst nach außen geht, und nachher bei h in das Gefäß sich wendet und bei i in das in der Mitte durchbohrte und mit Schraubengängen versehene Stück Messing i, das auf dem Deckel angelöthet ist, sich endigt, so daß also durch diese gebogene Röhre der innere Raum des Gefäßes A durch e eine Gemeinschaft mit der äußeren Luft bei i hat. Auf das Stück Messing i wird nun die Communicationsröhre mit dem Teller, der die Glocke trägt, aufgeschraubt, diese Röhre besitzt wie gewöhnlich einen Hahn. Die ganze Maschine wird von dem Dreifuße n n n und dem eisernen Ringe k k k getragen. Das zwischen den Füßen

befindliche Brett m m dient, eine Kohlenpfanne darauf stellen zu können.

Beim Gebrauche dieser Maschine wird die Communikationsröhre mit dem Teller abgeschraubt, hierauf bei geöffnetem Hahn g durch den gekrümmten Canal i h g f e etwas über 3 Pfund Wasser in das Gefäß gegossen und der Hahn g wieder geschlossen.

Hierauf wird nun der Hahn b geöffnet, und die Kohlenpfanne mit glühenden Kohlen auf das Brett m m gestellt; nach wenigen Minuten tröpfelt aus der Oeffnung d das lauwarme Wasser heraus, bis die Oeffnung l ganz von Wasser frei wird; hierauf verstärkt man das Feuer, in Folge dessen nach einigen Minuten ein Strahl kochenden Wassers aus der Röhre treten wird, dem ein Strom von dickem und heftigem Dampfe mit häufigen Wassertropfen nachfolgt, welche letztere durch Verdichtung des Dampfes an der inneren Fläche der Röhre bewirkt werden. Nach 3 bis 4 Minuten dieser Erscheinung wird sodann der Hahn b verschlossen und zugleich die Kohlenpfanne weggenommen, indem man sonst in Gefahr sein würde, durch Verdampfung der ganzen Wassermenge das Gefäß zu zersprengen. Nachher wird mit einem in kaltes Wasser getauchten Schwamme der Deckel B mit dem Gefäße A abgekühlt, worauf die Verdichtung der Dämpfe in 2 bis 3 Minuten erfolgt. Nun schraubt man den Teller in i auf, und öffnet den Hahn g, worauf sich die unter der Glocke befindliche Luft durch die Röhre i h g f e ausdehnen und ein Theil in das luftleere Gefäß A treten wird. Wenn man noch die kleine Röhre c d an a luftdicht anschraubt, an ihr Ende eine unten und oben offene Glasröhre, welche etwa 30 Zoll lang und in Zolle und Linien eingetheilt ist, ebenfalls lufdicht anschraubt, und das untere Ende dieser Glasröhre in ein Gefäß mit Quecksilber stellt, so sieht man nach Oeffnung des Hahns b durchs Steigen des Quecksilbers in der Röhre, wie groß der Unterschied der Elasticität ist zwischen der äußeren Luft und der im Inneren des Gefäßes.

Corradori rühmt folgende Vortheile dieser Maschine: 1) könne man dadurch auf ein Mal eine sehr große Verdünnung der Luft bewirken; 2) sei sie den Erschütterungen nicht unterworfen, welche bei den gewöhnlichen Luftpumpen beim Aus- und Einwinden des Stempels verursacht werden;

3) könne man bei verlangter starker Verdünnung den Versuch in kurzer Zeit 8 bis 10 Mal wiederholen; und 4) sei die Maschine sehr wohlfeil und leicht zu behandeln.

Green hält es für vortheilhafter, das ganze Gefäß mit einem kupfernen Cylinder zu umgeben, welcher nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll davon abzustehen brauchte und unten, um das Wasser abzulassen, mit einem Hahn versehen wäre. Wenn dieser Cylinder dann mit kaltem Wasser gefüllt würde, so könnten die Dämpfe schneller abgekühlt und condensirt werden.

e. Verdünnung der Luft durch Absorption ihres Sauerstoffs.

Ingenhouß hat in seinen vermischten Schriften phys.- und medic. Inhalts, herausgegeben von Molitor, I. Bd. S. 433. vorgeschlagen, durch brennende Kohlen einen luftverdünnten Raum zu erzeugen. Die Veranlassung hierzu gab ihm die Entdeckung des Abts Felix Fontana, daß glühende Kohlen beim Ersticken so viel Luft verschlucken, als ihr achtfaches Volumen ausmacht. Es wird nämlich ein Kohlenbecken in einen kupfernen Kessel, in welchen es genau paßt, eingesetzt. Der Kessel steht auf drei Füßen und kann mit Hülfe eines Deckels luftdicht verschlossen werden, so daß die Kohlen ersticken müssen. An dem Deckel befindet sich eine Röhre mit einem Hahne, auf welche eine andere, ebenfalls mit einem Hahn versehene Röhre, die den Teller mit der Glocke trägt, angeschraubt werden kann. Die ganze Vorrichtung wird hierbei in ein Gefäß mit Wasser gestellt und nach gänzlicher Erstickung der Kohlen werden beide Hähne geöffnet. Die Kohlen verschlucken einen Theil der Luft unter der Glocke, welche eine immer stärkere Verdünnung erleidet, wenn diese Operation wiederholt wird. Die Kohlen können hierbei auf mehrfache Weise wirksam sein, indem sie durch die Wärme, welche sie verbreiten, die Luft ausdehnen und einen Theil derselben austreiben, wenn anfänglich der Hahn geöffnet bleibt; dann durch Absorption von Sauerstoff, und endlich nach dem Erkalten durch Absorption oder Aufnahme der Kohlensäure, welche hierbei erzeugt wird, so wie des Stickstoffs in ihre Poren.

Auch durchs Verbrennen anderer Substanzen, des Wasserstoffs sowohl, wie jedes andern brennbaren Körpers, würde man der eingeschlossenen Luft ihren Sauerstoff entziehen

und dadurch mehr oder weniger luftverdünnte Räume erzeugen können. Uebrigens stehen diese Methoden wohl in mehrfacher Beziehung derjenigen, wobei man sich des Dampfes bedient, nach.

3. Von den Mitteln, den Luftdruck zu vermehren.

Gleichwie uns kein Mittel zu Gebote steht, den Luftdruck zu vermindern, als durch Entfernen der Luft aus hermetisch verschlossenen Gefäßen; eben so können wir auch den Luftdruck nicht anders vermehren, als dadurch, daß wir in einem geschlossenen Raume die Luft zusammendrücken, oder durch angemessene Vorkehrungen in einem Gefäße mehr Luft zusammenpressen, als es unter dem normalen Drucke der Atmosphäre enthält. Die Mittel, mit bedeutendem Erfolge die Luft zusammenzupressen, oder zu comprimiren, beschränken sich auf die Anwendung sogenannter Compressionspumpen. Die Compressionspumpe besteht aus zwei ähnlichen Stiefeln wie die Luftpumpe, nur mit dem Unterschiede, daß sich die Ventile im entgegengesetzten Sinne, d. h. von oben nach unten öffnen. Wenn man den Kolben niederdrückt, so wird die Luft im Stiefel zusammengedrückt und in den Recipienten, oder dasjenige luftdicht geschlossene starke Gefäß getrieben, in welchem Operationen unter vermehrtem Luftdrucke vorgenommen werden sollen. Hebt man den Kolben aber, so öffnet die äußere Luft das erste Ventil und tritt in den Stiefel, während die comprimirte Luft des Recipienten auf das zweite Ventil drückt und es verschlossen hält. Wenn endlich der Kolben wieder niedergedrückt wird, so verschließt sich das erste Ventil, die Luft im Stiefel wird immer mehr comprimirt und ihre Elasticität wird so groß, daß sie das zweite Ventil öffnen kann, und tritt alsdann wieder in den Recipienten u. s. f.

Die Barometerprobe der Compressionspumpe besteht aus einer geraden Röhre, welche an dem oberen Ende verschlossen, mit Luft gefüllt und mit dem unteren Ende in ein Gefäß mit Quecksilber getaucht ist. Im Anfange der Operation befindet sich die Luft in der Röhre unter dem atmosphärischen Drucke, und das Quecksilber steht innerhalb und außerhalb der Röhre gleich hoch; je mehr der innere Druck zunimmt, desto mehr steigt das Quecksilber in der

Röhre, das Volumen der darin enthaltenen Luft reducirt sich successive auf die Hälfte, den dritten oder vierten Theil seiner anfänglichen Größe, und nach dem Mariotteschen Gesetze kann man schließen, daß sie sich unter einem Drucke von 2, 3 oder 4 Atmosphären befindet. In dem Recipienten ist der Luftdruck um die Höhe der Quecksilbersäule, welche in der Röhre über dem äußeren Niveau steht, größer als in der letztern. Der Druck der Gase, auch der atmosphärischen Luft, wird im Allgemeinen durch zwei verschiedene Mittel bestimmt, entweder durch Säulen tropfbarer Flüssigkeiten, oder durch Ventile. Die Apparate, worin der Druck der Gase durch Säulen tropfbarer Flüssigkeiten bestimmt wird, nennt man Manometer und die Ventile werden im Allgemeinen Druckventile oder Sicherheitsventile genannt, wenn sie zur Verhütung von Explosionen bestimmt sind.

Dieser Ventile giebt es von sehr verschiedenen Formen und Dimensionen; bald haben sie die Form eines abgestumpften Kegels a und b Fig. 3. Taf. II., und bald sind sie bloße Platten, welche sehr genau auf die Wände der Oeffnung passen, wie c. In allen Fällen müssen sie die Oeffnung bis zu dem Augenblicke hermetisch verschließen, wo sie gehoben werden. Bei großen Apparaten bedient man sich meistens der Ventile. Zur Bestimmung der Elasticität des Gases, welches die Ventile heben kann, muß man Zweierlei bemerken: 1) das Totalgewicht, womit das Ventil belastet ist, und 2) die Größe der Fläche, welche dem Drucke des Gases wirklich ausgesetzt ist. Wäre das Gewicht in Kilogrammen und die gedrückte Fläche des Ventils in Quadratcentimetern ausgedrückt und betrüge das Gewicht 100 Kilogr. und die gedrückte Fläche 25 Quadratcentimeter, so wirkte auf jedes Quadratcentimeter ein Druck von 4 Kilogrammes; folglich ist, da der atmosphärische Druck auf ein Quadratcentimeter 1,033 Kilogr. beträgt, die Anzahl Atmosphären, welche dem Drucke der comprimirten Luft gleich sind, wodurch das Ventil gehoben wird $= \frac{4}{1,033} + 1 = 4,87$ Atmosphären, weil der gewöhnliche atmosphärische Druck auch auf das Ventil wirkt. Ist mit dem Gefäße, worin die Luft zusammengedrückt wird, ein Manometer, Fig. 3. Taf. I., luftdicht verbunden, so kann man den Druck der comprimirten Luft nach dem Mariotteschen Gesetze daran wahr-

nehmen. Bei dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre steht das Quecksilber in beiden Schenkeln gleich hoch. Bei Vermehrung der Spannung aber muß das Quecksilber in dem Schenkel b steigen und die darüber befindliche Luftsäule zusammengedrückt oder kürzer werden.

Angenommen, in dem Schenkel b befände sich über dem Niveau des Quecksilbers eine Luftsäule von 12 Zoll Höhe, dieselbe verkürzte sich aber durchs Steigen des Quecksilbers nach längerem Einpumpen der Luft auf 9, dann auf 6, endlich auf 3 Zoll, so würde die Spannung gleich sein, im ersten Falle einem Drucke von 2, im andern von 3, und im letzten von 4 Atmosphären; indem nach dem oben ausgesprochenen Mariotteschen Gesetze eine Luftsäule von 12 Zoll Höhe durch eine Quecksilbersäule von 4 × 28 = 112 Zoll auf 3 Zoll zusammengedrückt wird.

Will man in einem Gefäße **a**, Fig. 4. Taf. I., die Luft comprimiren, so kann dieses vermittelst einer ganz einfachen Compressionspumpe **b** geschehen, die man daran schraubt. Hat die Mündung des Gefäßes selbst ein Ventil c, so bedarf es bloß noch eines zweiten d im Kolben der Pumpe. Bei jedem Auszuge des Kolbens füllt sich derselbe mit äußerer Luft, welche beim Zurückstoßen in das Gefäß gepreßt wird. Ist die Capacität des Stiefels $\frac{1}{5}$ von a, so wird der Theorie nach bei jedem Stoße die Luft in **a** um $\frac{1}{5}$ ihrer ursprünglichen Masse vermehrt und um so viel dichter. Nach 10 Stößen enthält a $\frac{10}{5}$, nach 50 Stößen $\frac{50}{5}$ mehr Luft, und ist daher 11 Mal dichter. — Auch durch Wasserdruck läßt sich die Luft verdichten, doch kann davon nur in einzelnen Fällen Gebrauch gemacht werden, wovon weiter unten die Rede sein wird.

4. Gewöhnliche Erscheinungen als Folge des verminderten oder vermehrten Luftdrucks.

Man hat in dem vermittelst der Luftpumpe erzeugten luftleeren Raume eine Menge von Versuchen angestellt, um den Einfluß des Luftdruckes und der Luftleere auf organische und unorganische Körper zu beobachten, und dadurch viele interessante Resultate erhalten, von denen manche einen Fingerzeig geben, wie man den luftleeren Raum in der Industrie mit Vortheil benutzen kann. Gleich wie das Leben

warmblütiger Thiere in verdünnter Luft nur kümmerlich bestehen kann und größere Verdünnung schnellen Tod durch Erstickung zur Folge hat, eben so geht auch das Verbrennen darin nur schwierig von statten, und in fast gänzlich luftleerem Raume erlischt eine brennende Kerze sogleich, weßhalb auf hohen Bergen auch nur schwierig Feuer zu unterhalten ist.

Nur gewisse Insekten können mehrere Tage im luftleeren Raume fortleben. Im absolut oder nur ziemlich vollkommen luftleeren Raume fängt selbst kaltes Wasser zu sieden an, in weniger verdünntem muß es zuvor erwärmt werden. An der Luft in Gährung übergehende Substanzen bleiben im luftleeren Raume unverändert.

Auf dieser letzten Eigenschaft beruht Appert's Verfahren, die Nahrungsmittel zu conserviren. Dieses Verfahren wird in den meisten der französischen und englischen Häfen im Großen angewendet und leistet der Schifffahrt die größesten Dienste. Man hat gefunden, daß Speisen, welche bereits 16 Jahre in luftleeren und luftdicht verschlossenen Gefäßen enthalten waren, beim Oeffnen derselben eben so frisch als den ersten Tag waren. — Macht die Decke des luftleeren Gefäßes eine Art sehr dicken hölzernen Becher aus, so wird durch den Druck der Luft Wasser, Quecksilber und jede andere tropfbare Flüssigkeit sehr schnell durch die Poren des Holzes wie ein sehr feiner Regen hindurch getrieben. — Eine Handspritze saugt nicht mehr, ein Heber fließt nicht mehr und eine Glocke giebt keinen Schall. — Stahl und Stein geben darin durch Aneinanderschlagen keine Funken mehr, obgleich Stahltheile abspringen und schmelzen. — Flüchtige Flüssigkeiten verdunsten im luftleeren Raume sehr schnell und bewirken Kälte; süßes Wasser, noch mehr Sauerwasser (Kohlensäure enthaltendes) geben im luftleeren Raume eine Menge Luftblasen von sich und letzteres wird dadurch unschmackhaft.

Bringt man ein Stück Holz, unter Wasser festgehalten, unter die luftleere Glocke, so steigen Luftblasen aus allen Poren des Holzes, und läßt man alsdann wieder Luft hinzu, so treibt diese in alle jene leeren Poren Wasser. — Poröse organische Körper, z. B. ein Apfel, schwellen stark auf und sinken nach dem Zulassen von Luft wieder zusammen. — Beschwert man Holz durch Anbinden von Blei,

so steigt es nach dem Auspumpen der Luft in dem mit Wasser gefüllten unter der Glocke befindlichen Gefäße empor und schwimmt und sinkt nach dem Zulassen von Luft wieder unter. — Ein Dukaten und eine Flaumfeder, oder eine Bleikugel und ein Stückchen Holundermark fallen im luftleeren Raume gleich schnell nieder, weil sie den im freien Raume zu bekämpfenden Widerstand der Luft nicht mehr haben.

Unter denjenigen Erscheinungen, worin sich die Wirkungen der Luftverdünnung und des Luftdruckes freiwillig äußern, gehört das Athemholen. Es geschieht durch Erweiterung der Brusthöhle, wobei in derselben ein luftverdünnter Raum entsteht und die äußere Luft einströmt. Eben so sind sie wahrzunehmen beim Trinken, Saugen, Schlürfen und Tabakrauchen.

Die Wirkung der bekannten gläsernen Schröpfköpfe gründet sich auf dieselbe Ursache; es wird darin durch Erwärmen die Luft verdünnt, in Folge dessen nach dem Erkalten ein luftverdünnter Raum und jene beabsichtigte Anschwellung der mit dem Schnäpper zu verwundenden Körperstelle entsteht.

Das Füllen der Thermometerröhren, das wegen der Enge ihrer Mündungen auf eine andere Weise kaum möglich sein würde, geschieht durch wiederholtes Erwärmen derselben und Eintauchen in Quecksilber. Der atmosphärische Druck treibt das Letztere in die luftverdünnte Röhre.

Das Abfließen einer Flüssigkeit aus einem vollen, dicht verspundeten Gefäße findet nicht statt, und aus einem theilweise vollen kann es nur so lange erfolgen, bis die über ihr befindliche Luftschicht etwas verdünnt ist; in beiden Fällen ist die Abwesenheit des Luftdruckes hinderlich.

Auch jede Feuerungsanlage gewährt Betrachtungen über die Wirkung des luftverdünnten Raumes und des Luftdruckes. — Die entzündeten Brennmaterialien bewirken eine Luftverdünnung durch Verzehrung des Sauerstoffs und Ausdehnung der Luft in Folge der Wärme. Hierdurch entsteht der zur Unterhaltung des Feuers so nöthige Luftzug durch den Rost, oder bei Windöfen, durch das Zugloch in deren Ofenthür. Der Zug ist um so stärker, je kleiner das Zugloch derselben ist, weil dann die Luft um so schneller durchziehen muß, um das Gleichgewicht herzustellen. — Bei Flammenöfen, bei Feuerungsanlagen für Dampfkessel nimmt

man hohe Essen oder Schornsteine, weil der erzeugte Hitzgrad bei einerlei Aufwand an Brennmaterial um so stärker ist. In dem Schornstein wird durch die Hitze die Luft verdünnt, und auf eine je größere Höhe dieses geschieht, desto größer ist das Uebergewicht der unten eindringenden, das Feuer anfachenden Luft, desto stärker der Zug.

Zweiter Abschnitt.

Von der Benutzung des luftleeren Raumes zu industriellen Zwecken.

Die früheste Benutzung des luftleeren Raumes zu einem industriellen und ökonomischen Zwecke ist unstreitig die zum Heben des Wassers; man hat sie, wie zum Theil schon aus dem ersten Abschnitte erhellt, angewendet, ehe man über die Ursache ihrer Wirkung im Klaren war.

1. Der Heber.

Mit dem Namen Heber bezeichnet man eine gebogene, ungleichschenklige Röhre, deren Wirkung auf der Störung des Gleichgewichts der beiden Flüssigkeitssäulen in den beiden communicirenden Röhren beruht. In einer gleichschenkligen Röhre wird, wenn dieselbe eng und nicht über 32 Fuß hoch ist, der Luftdruck beide Flüssigkeitssäulen am Ausfließen verhindern. Dieses erfolgt jedoch sogleich, wenn der eine Schenkel länger ist und tiefer liegt, indem dann die eine Flüssigkeitssäule stärker drückt, und hält, da kein luftleerer Raum entstehen kann und die Luft auf die Oberfläche der Flüssigkeit drückt und solche in die Röhre treibt, so lange an, bis der kürzere Schenkel von der Flüssigkeit nicht mehr bedeckt wird und Luft hinzutreten kann.

Fig. 4. Taf. IV. zeigt einen solchen Heber; steht dessen kürzerer Schenkel **a b** in einer Flüssigkeit und saugt man an dem längeren **b c**, so fängt dieser zu fließen an, und hört nicht eher auf, bis die Flüssigkeit auf den Stand **d** herabgesunken ist. Uebrigens ist es zur Wirksamkeit eines solchen Hebers nicht unbedingt nothwendig, daß der eine

Schenkel länger ist, indem nur eine ungleiche Länge der Flüssigkeitssäulen erforderlich ist. Die Länge des in die Flüssigkeit getauchten Schenkels kann nur von der Oberfläche derselben, also von e bis b gerechnet werden; es wird daher eine Störung des Gleichgewichtes bedingt, wenn man bei einem gleichschenkligen Heber den einen Schenkel nur tief in die Flüssigkeit eintauchen läßt.

Um das Saugen mit dem Munde zu ersparen, kann man den Heber vor der Anwendung mittelst eines Trichters mit der überzuziehenden Flüssigkeit anfüllen. Bei großen messingenen oder blechenen Hebern zu technischen Zwecken sind die Mündungen mit Hähnen versehen und am höchsten Punkte der Wölbung des Hebers, bei b, befindet sich ein ebenfalls mittelst eines Hahnes zu verschließendes trichterförmiges Ansatzrohr. Die Hähne an den Mündungen werden geschlossen, der Heber wird durch das trichterförmige Ansatzrohr gefüllt, dann der Hahn an dem letztern geschlossen, der kurze Schenkel des Hebers in die überzuziehende Flüssigkeit gesenkt und nun die Hähne an den Mündungen geöffnet. Das Ausfließen durch den längeren Schenkel dauert so lange, bis der Flüssigkeitsspiegel die Mündung des kürzeren Schenkels erreicht.

Beim Abziehen von Flüssigkeiten aus Fässern durch deren Spundloch, ist jedoch das Anbringen eines Hahns am kürzeren Schenkel nur dann statthaft, wenn er sehr klein gemacht und gleich geöffnet wird, wenn das Rohr sich unter dem Niveau der Flüssigkeit befindet, weil man ihn später mit der Hand nicht würde erreichen können; man kann jedoch in einem solchen Falle die Oeffnung des kürzeren Schenkels mit dem Finger verschließen. In Fig. 5. Taf. IV. ist ein sogenannter Giftheber dargestellt, bei dem man während des Saugens der Gefahr entgeht, etwas von der Flüssigkeit in den Mund zu bekommen. Derselbe hat noch eine Nebenröhre c d, durch die man bei d mit dem Munde saugt, während man die Oeffnung a mit dem Finger verschließt, bis die Flüssigkeit dort angekommen ist.

Beim Ueberziehen mineralischer Säuren kann auch das Saugen durch Nebenröhren nicht ohne Beschwerden für den Saugenden stattfinden, wenn erstere, wie z. B. die Hydrochlorsäure und Salpetersäure, stechende Dämpfe ausstoßen. Für solche Fälle hat man an der Mündung der Neben-

röhre **c a** Fig. 5. einen Blasebalg luftdicht befestigt, bei dessen Aufziehen die Luft aus dem Heber entfernt wird. Ein solcher Blasebalg kann viereckig, ohne eiserne Mündung, leicht und von Kautschuk hergestellt werden.

Soll eine Flüssigkeit aus einer Flasche in die andere übergezogen werden, so kann man sich dazu der Vorrichtung Fig. 7. Taf. IV. bedienen. **a** ist die Flasche, welche in **b** entleert werden soll; zu diesem Zwecke werden beide mittelst der Heberröhre **c** verbunden und in **b** noch eine Saugröhre **c** gesteckt, wobei es sich von selbst versteht, daß **b** mit einem Pfropfen luftdicht verschlossen und die beiden Röhren in letzteren völlig dicht eingelassen sein müssen. Verdünnt man in **b** die Luft, indem man solche an der Röhre **a** durch Saugen oder den erwähnten Blasebalg auszieht, so steigt die Flüssigkeit in **b** über und wird nur einen geringen Rückstand in **a** lassen, wenn die Röhre **c** in letzterem bis auf den Boden hinabreicht. Ist **a** etwa nicht mehr voll, so muß natürlich immer die Heberröhre unter dem Niveau der Flüssigkeit ausmünden.

Ein sogenannter Stechheber ist in Fig. 8. Taf. IV. abgebildet. Steckt man ihn mit seiner unteren engen Mündung in die Flüssigkeit **a**, so kann die bis **b** hineingedrungene Flüssigkeit herausgehoben werden, sobald man die obere Oeffnung mit dem Finger luftdicht schließt, und die untere eng genug ist, um keine Luft eindringen zu lassen.

2. Der Vexirbecher und große Canalheber.

Der sogenannte Vexirbecher, Fig. 6. Taf. IV., ist ein Gefäß, in welchem der Heber **a b c** angebracht ist. Wird derselbe mit einer Flüssigkeit gefüllt, so tritt dieselbe auch in die beiden Schenkel **a** und **d**, welche mit einer Röhre **b** bei **c** in Verbindung stehen. Die Luft entweicht aus den Schenkeln durch die Röhre **b**, welche außerhalb des Bodens des Gefäßes ausmündet. Sobald die Flüssigkeit über **c** steht, entleert sich der Becher.

Dem muthmaßlichen Vorhandensein solcher heberartiger natürlicher unterirdischer Canäle schreibt man die sonderbare Erscheinung zu, daß der Zirknitzer See in Krain nach langem Regenwetter trocken wird, das Intermittiren gewisser Quellen, z. B. hinter der Villa Pliniana am Comer See, des Hirschbrunnen am Hallstädter See &c. Am Canale von

Languedoc sind solche gemauerte Heber angebracht, um das Wasser, wenn es zu hoch steigt, wieder auf den Normalstand zurückzubringen.

Auch auf andere Weise kann man sich der Heber im Großen mit Vortheil bedienen. Soll z. B. ein Teich oder Bassin in ein anderes, natürlich nicht höher liegendes Behältniß gebracht werden, so kann man sich dazu eines aus Dielen luftdicht zusammengefügten Hebers bedienen, dessen specielle Einrichtung den Localumständen angepaßt werden muß. Man verstopft die beiden Endöffnungen, füllt die Röhre durch eine obere Oeffnung, welche man luftdicht verschließt und dann die Mündungen öffnet, worauf die Wirksamkeit des Hebers beginnt.

In Fig. 11. Taf. VI. ist ein Heber im großen Maßstabe abgebildet, wie man ihn zur Gewältigung der Lautener Baue am Stadtberge im Marienberger Revier benutzte. Man ließ den oberen Schenkel in einen alten Kunstschacht münden, führte das Verbindungsrohr 420 Fuß weit auf einer Hundsstrecke fort, und verband dasselbe mit dem 77 Fuß tiefer gelegenen Stollen durch den unteren Schenkel. Wegen der Biegungen der Strecke und der Verbindungen mit den absteigenden Schenkeln waren mehrere Röhrenbiegungen nothwendig; bei Verbindung des unteren Schenkels **a** mit der horizontalen Röhrentour **c c'** wurde daher ein 12 Fuß langes Röhrenstück unter 45° eingelegt und das Ende von **c** durch einen Spund **d** geschlossen. Der obere Schenkel **c** wurde bei **c'** gleich rechtwinklig eingesetzt. Die in der Nähe der beiden Schenkel angebrachten, mit Kästen **e** und **e'** versehenen Windstöcke **f** und **f'** dienten zur Füllung des Hebers, und die Ausmündung des oberen Schenkels **a'** war mit einem Ventile versehen, welches durch die Steuerlatte **k** geöffnet oder geschlossen werden konnte; der ausgießende Schenkel **a** war an seiner Oeffnung durch einen Spund mit Seitenöffnung verschlossen.

Das gesammte Röhrenwerk bestand aus zweiböhrigen Röhren von $2\frac{1}{2}$ Zoll Weite; auf den Wechseln waren eiserne Büchsen eingelegt und Alles scharf angetrieben, übrigens in den Krümmungen die Wechsel mit Letten verstrichen und die drei Wechsel bei **d**, welche am schwierigsten luftdicht zu halten waren, mittelst eingebauter Kästen unter Wasser gehalten. Nachdem der Heber durch **e** gefüllt war, wurden

beide Windstöcke mit Spunden geschlossen und die beiden unteren Oeffnungen möglichst gleichzeitig geöffnet; der Heber floß im Anfange wegen Zutritt von Luft ungleichförmig, doch gewältigte er bei 75° Fallen des Ganges 29 Fuß Wasser und hatte hier das Ende seiner Wirksamkeit erreicht; im Mittel goß er 6 Kubikfuß in der Minute, nämlich anfänglich 8 und am Ende 4,5 und kostete überhaupt 22 Thlr. 22 Gr. bei der Anlage, und 10 Thlr. 2 Gr. bei der Wartung.

3. Von den Spritzen.

Die gemeine Spritze, Handfeuerspritze, Fig. 4. Taf. II., ist die einfachste Art von Pumpe. Wird diese Spritze mit ihrer Oeffnung in Wasser gesteckt und der Stempel c in die Höhe gezogen, so hinterläßt er einen luftleeren Raum, in welchem das Wasser in die Höhe steigt, ohne auszufließen, wenn man auch die Spritze ganz aus dem Wasser hebt und forträgt; stößt man aber den Stempel c nieder, so spritzt das Wasser mit einer Gewalt und auf eine Höhe heraus, die mit der Enge der Oeffnung und der stoßenden Kraft im Verhältnisse steht.

Bei der sogenannnten Saugspritze oder dem Zubringer, deren Einrichtung mit der hinten beschriebenen Feuerspritze viele Aehnlichkeit hat, nur daß die Ventile sich entgegengesetzt öffnen, wird in einem luftdichten kupfernen Behälter, vermittelst einer doppelt wirkenden Pumpe (s. oben) die Luft verdünnt. An einer Seite dieses Behälters ist ein luftdichter lederner oder Kautschukschlauch angeschraubt, welcher in einen naheliegenden Brunnen, Teich oder andern Wasserbehälter hinabhängt, in welchem das Wasser vermittelst des atmosphärischen Luftdrucks in die Höhe getrieben und in den Kasten ausgegossen wird. Gute Feuerspritzen sind jetzt in der Regel mit einem solchen Saugwerke in Verbindung gebracht.

4. Die Saugpumpen.

Die gewöhnliche Saugpumpe, vermittelst welcher Wasser oder eine andere Flüssigkeit aus der Tiefe auf die Oberfläche der Erde gehoben wird, besteht aus drei wesentlichen Stücken: aus dem Saug- oder Steigrohre a b, aus dem Stiefel c d, und aus dem Kolben f (Scholz Phys.) Das

Saugrohr steht unten im Wasser, und ist oben bei a mit einem Ventile x geschlossen, welches sich, aufwärts gedrückt, öffnet, abwärts gedrückt aber das Rohr genau schließt. In dem Stiefel bewegt sich der Kolben oder Stempel f luftdicht auf und ab, so daß er bei seiner größten Höhe d erreicht, bei seiner größten Tiefe aber die Klappe h berührt. Der Kolben selbst ist durchbohrt und die Oeffnung oben mit dem Ventile y von derselben Einrichtung wie das Ventil x geschlossen. Gesetzt nun, der im Anfange mit dem Ventile h in Berührung stehende Kolben werde in die Höhe gezogen, so entsteht zwischen dem Ventile x und dem Boden des Kolbens ein luftleerer Raum: die Luft in der Saugröhre stößt daher das Ventil x auf, und verbreitet sich in diesem Raume; weil aber in diesem die Luft immer verdünnt bleibt, und dem Drucke der äußeren nicht das Gleichgewicht halten kann, so wird durch den letztern das Wasser in der Saugröhre in die Höhe getrieben. Nun hat der Kolben seine größte Höhe erreicht, und fängt an, sich herabzubewegen: dadurch wird die vorher verdünnte Luft verdichtet, will durch das Ventil x wieder in die Saugröhre treten, verschließt sich aber diesen Ausgang durch Zudrücken selbst, und findet keinen andern, als die Klappe y in dem Kolben aufzustoßen und hier zu entweichen. Das Wasser in der Saugröhre bleibt, wenn das Ventil x den Druck der zusammengepreßten Luft in dem Stiefel abhält, auf derselben Höhe stehen, zu welcher es vorher bei der Verdünnung der Luft, während des Anziehens des Kolbens gestiegen war.

Wenn dieses Verfahren einige Mal wiederholt und die Luft im Stiefel immer mehr, nämlich jedes Mal um den Theil, der beim Herabdrücken des Kolbens durch das Ventil y entweicht, verdünnt wird; so steigt das Wasser in der Saugröhre immer höher, später sogar über das Ventil x, füllt endlich den ganzen Stiefel aus, so daß beim Hinabdrücken des Kolbens Wasser statt Luft durch das Ventil y dringt, welches dann beim Herausziehen des Kolbens durch die Gußröhre g h ausfließt. Da der Druck der Atmosphäre, welcher das Wasser im Rohre unter dem Kolben steigen macht, dasselbe nicht über 32 Fuß heben kann, so darf das Saugrohr sich nicht ganz 32 Fuß über die Oberfläche des Wasserspiegels erheben. Je mehr sich die Höhe des Saugrohrs 32 Fuß nähert, desto genauer muß das

Pumpwerk construirt, und vorzüglich der schädliche Raum, d. h. der Zwischenraum, der beim niedrigsten Stande des Kolbens zwischen diesem und dem Ventile **h** bleibt, und aus dem die Luft daher nicht ganz weggeschafft werden kann, möglichst vermieden werden; eine Pumpe mit solchem schädlichen Raume hebt Wasser nie auf 32 Fuß. Als ein gutes Verhältniß nimmt man an, wenn die Saugröhre bis zum Ventile **x** sich 25 bis höchstens 28 Fuß über die Oberfläche des Wassers erhebt, und wenn der Spielraum des Kolbens, d. h. der Raum zwischen seinem höchsten und niedrigsten Stande im Stiefel 4 Fuß beträgt.

Nachträglich ist noch zu bemerken, daß eine solche Pumpe indessen dennoch im Stande ist, das Wasser auf eine Höhe von 60 bis 80 Fuß zu heben, wenn man den Stiefel oder das Kolbenrohr angemessen verlängert, indem dasjenige Wasser, welches durch das Ventil **y** des Kolbens gedrungen ist, nicht mehr, wie leicht ersichtlich, von dem Drucke der Atmosphäre abhängig ist, indem es beim Aufwärtssteigen desselben natürlich mit gehoben wird. Man nennt solche Pumpen Saughebpumpen oder Pumpen mit hohen Sätzen. Man bedient sich solcher Pumpen in Bergwerken, wo das Wasser mehrere 100 Fuß hoch gehoben werden soll, und stellt dann, wenn das Wasser etwa 250 bis 300 Fuß hoch gehoben werden soll, mehrere solcher Sätze, Kunstsätze, über einander, indem man das Wasser, welches die unterste Pumpe hebt, in den Behälter sich ausgießen läßt, in welchem das Saugrohr des zweiten steht u. s. w. Durch eine gemeinsame Zugstange werden alle 3 Pumpenstangen zugleich in Bewegung gesetzt, auch werden gewöhnlich 2 Pumpen neben einander gestellt, die wechselsweise ziehen.

Nachträglich noch eine Bemerkung über Ventile. Man versteht darunter eine Vorrichtung, wodurch sowohl einer tropfbaren als gas- oder dampfförmigen Flüssigkeit ein Durchgang durch eine Röhre oder irgend eine andere Oeffnung verstattet, der Rückweg aber verschlossen wird.

In Fig. 8. zeigt **a b** ein Klappen- und **c d** ein Kegelventil, deren Wirkung Jedem ohne weitere Erläuterung verständlich ist.

5. Savery's Dampfmaschine und Watt's Prägwerk.

Schon oben wurde der Versuch Paskal's erwähnt,

durch welchen er den Druck der Atmosphäre auf eine Wassersäule ausmittelte. Auch Guerike stellte einen Versuch darüber an, ob der Luftdruck das Wasser in einem luftverdünnten Raume auf eine gewisse Höhe treibe. Er bediente sich eines großen luftleer gemachten Recipienten, den er mit einer langen Röhre, welcher unter Wasser tauchte, in Verbindung setzte.

In gleicher Weise benutzte ein englischer Capitain, Namens Savery, den durch Dampf erzeugten luftverdünnten Raum, um Wasser ohne Anwendung gewöhnlicher Pumpen zu heben. Seine sogenannte Dampfmaschine, richtiger Wasserhebungsmaschine, wurde 1698 in England patentirt und hat folgende Einrichtung, Fig. 1. Taf. VI. **A** ist der Kessel zur Entwicklung der Dämpfe, **B** ein Rohr zum Abführen derselben, und **C** ein Hahn, um die Fortleitung beliebig herzustellen oder unterbrechen zu können. **D** ist ein Behälter, der mit dem Kessel und der Röhre **E F** in Verbindung steht. Von letzterer dient der untere Theil **E** als Saugröhre, der obere **F** als Steigröhre für das aus dem Brunnen oder Sumpfe **G** nach **H** zu hebende Wasser. **a** und **b** sind entsprechende Ventile, welche dem Wasser nur eine aufwärts gerichtete Bewegung gestatten. **c** ist ein Probirhahn für die Dämpfe im Kessel und **d** das Sicherheitsventil des letztern.

Die Wirkung der Maschine ist folgende. Haben sich genug Dämpfe in **A** entwickelt, so öffnet man den Hahn **C** und füllt **D** mit Dampf. Hierauf schließt man **C** und läßt kaltes Wasser von **I** aus auf die Außenwände des Behälters **D** gelangen. Hierdurch verdichtet sich der in **D** befindliche Dampf und es entsteht daselbst ein luftverdünnter Raum, der aber sogleich mit Wasser gefüllt wird, indem die äußere Luft dasselbe von **G** aus in die Röhre **E** hinaufdrückt. Oeffnet man sodann den Hahn **C** von Neuem, so nöthigt der Druck des hinzuströmenden Dampfes das in **D** befindliche Wasser in der Röhre **F** aufwärts zu steigen und endlich in den Behälter **H** auszugießen.

Später suchte Savery seine Maschine dadurch zu verbessern, daß er zwei Kessel und zwei Behälter **D** mit einander verband, so daß die Wirkung möglichst ununterbrochen stattfinden konnte. Uebrigens hob diese Maschine das Wasser nur auf eine geringe Höhe, verbrauchte viel Brenn-

material und konnte deßhalb nie ausgedehnte Anwendung finden. Sie gab indessen die erste Idee zur Herstellung der Dampfmaschine, indem man bemüht war, den Dampf unter einen Kolben zu leiten, diesen dadurch steigen zu machen und erstere dann zu verdichten, worauf der Kolben durch den atmosphärischen Luftdruck herabgedrückt werden mußte. Dieses gelang, man verband mit dem Kolben einen Hebel und brachte dadurch eine abwechselnde Bewegung hervor.

Newcomen stellte eine nach diesem Princip gebaute Dampfmaschine her, welche man nach ihm oder auch atmosphärische Dampfmaschine benennt und womit die Möglichkeit zur Hervorbringung jeder Bewegung gegeben war, und woraus alle anderen mit Kolben wirkenden Dampfmaschinen hervorgegangen sind.

Watt wendete dasselbe Princip 1808 bei der Construction einer Durchstoßmaschine und eines Prägewerks an, welches er für die neue Londoner Münzstätte erbaute. Später lieferten Bulton und Watt dergleichen Maschinen für die russische und dänische Regierung, durch welchen Umstand es möglich wurde, Zeichnungen zu nehmen, da die Erbauer die Construction früher geheim hielten und die Maschine, welche die Prägwerke bewegte, durch einen Verschlag den Blicken der die Anstalt Besuchenden sorgfältig entzogen. Das Petersburger Werk wurde von Nevedomsky beschrieben: Description de la nouvelle machine a battre la monnaie. St. Petersburg 1811. Ueber das Londoner findet sich ein Aufsatz in dem Supplement to the Encyclopedia britannica; auch ist es abgebildet und beschrieben im 10ten Bande von Prechtl's Encyklopädie.

Eine Maschine gleicher Art wurde in neuerer Zeit auch in Utrecht, behufs Prägung kleiner Scheidemünze für die niederländischen Colonieen, aufgestellt und von dem Münzdirector Herrn Suremond in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, Jahrg. 1831, abgebildet und beschrieben.

6. Die atmosphärische Eisenbahn.

Als eine Curiosität erwähnt Professor Schubarth einen Versuch von Guerike, eine Windbüchse zu construiren, in welcher die Kugel nicht durch verdichtete, sondern durch die unverdichtete atmosphärische Luft geschleudert wird.

Die Einrichtung ist folgende: An ein mehrere Ellen langes Rohr, welches an einem Ende einen breiten Rand hat, wird ein Röhrchen angelöthet, und mit dem Rohr an dem vorgenannten Ende in Verbindung gesetzt. Das enge, mit dem weiten Rohre communicirende Röhrchen ist halb so lang wie ersteres, und endigt sich in einen hohlen Kegel, in welchen ein luftleer gepumpter Recipient einmündet. Wird nun das Rohr an dem mit dem breiten Rande versehenen Ende durch eine Scheibe starkes Leder geschlossen, am andern Ende eine Bleikugel eingelegt, und der Hahn des Recipienten schnell geöffnet, so wird die Luft in dem Rohre vor der Kugel verdünnt, weßhalb der Luftdruck die letztere durch das Rohr schleudert. Daß eine Windbüchse dieser Art keinen praktischen Werth habe, bedarf keines Beweises; denn die Kugel kann höchstens durch den Druck einer Atmosphäre bewegt werden, während bei der gewöhnlichen Windbüchse die Kugel durch achtzig- und mehrfach verdichtete Luft geschleudert wird.

Das dieser Vorrichtung zu Grunde liegende Princip ist in neuester Zeit von Vallance als Transportmittel vorgeschlagen worden. Es ist das Princip der sogenannten atmosphärischen Eisenbahn, welche von Clegg und Sumada zuerst ausgeführt wurde, und wobei in einem die ganze Bahn entlang liegenden, durch eine Luftpumpe von der Luft zu entleerenden Röhre durch den Druck der atmosphärischen Luft ein mit dem Wagen verbundener Kolben fortbewegt wird. Die sofortige lufdichte Schließung der Klappen, durch welche die Verbindung des Wagens mit dem Kolben hergestellt wird, so wie die Nothwendigkeit, diese Eigenschaft auf lange Zeit andauern, nicht also durch Einwirkung von Luft und Regen bald aufgehoben, so wie durch Zufälligkeiten, als dem Hineinwehen kleiner Körper &c., unterbrochen zu sehen, stellt der vortheilhaften praktischen Anwendung dieses Eisenbahnsystems mächtige Hindernisse in den Weg.

7. Papins Maschinerie, um die Kraft eines Wasserrades auf eine große Entfernung fortzuleiten.

In den Actis eruditorum für das Jahr 1688 liefert Papin, Professor der Mathematik in Marburg, der Erfinder des bekannten Digestors, welcher seinen Namen führt, die Beschreibung einer Maschinerie, um die Kraft eines an

einem Flusse aufgestellten Wasserrades auf eine große Entfernung, z. B. bis an ein Bergwerk zur Förderung der Erze oder zur Betreibung eines Pumpwerks fortzupflanzen.

Prechtl, der dieselbe im ersten Bande der Jahrbücher des polyt. Instituts beschreibt, sagt: Es verlohnt sich ohne Zweifel der Mühe, diese sinnreiche, auf das Princip der Wirkung der Luftpumpe gegründete Maschine, die gänzlich in Vergessenheit gerathen zu sein scheint, neuerdings bekannt zu machen. Fig. 1. Taf. V. enthält die Zeichnung dieser Maschine. In den beiden Cylindern A A werden durch das Wasserrad zwei Kolben luftdicht auf und nieder bewegt. Diese Kolben und Cylinder sind wie bei einer Luftpumpe eingerichtet, so daß sich ein Ventil im Boden des Cylinders und ein anderes im Kolben befindet. Von dem Boden eines jeden dieser Cylinder führt eine kurze Röhre in die gemeinschafliche Hauptröhre R, welche luftdicht zusammengesetzt, bis an den Ort fortgeführt ist, an welchem die bewegende Kraft wirken soll. Hier befinden sich zwei Cylinder B B mit ihren Kolben c c, die sich luftdicht auf und nieder bewegen. Der Hahn D steht mittelst der Röhren E E mit diesen Cylindern in Verbindung, so wie durch die Röhre R mit den Cylindern A A. Er ist doppelt und dergestalt durchbohrt, daß wenn die Röhre E die Communikation der Hauptröhre R mit dem Inneren des Cylinders B herstellt, die Communikation der äußeren Luft mit dem Inneren des Cylinders B durch die Röhre E geöffnet ist, und umgekehrt.

Papin hat, wie die Zeichnung lehrt, mit dem Kolben den Cylinder B eine Welle mit einem Rade vermittelst Seilen, die in entgegengesetzter Richtung aufgewickelt sind, in Verbindung gebracht, um durch das abwechselnde Hin- und Herdrehen dieses Rades beim Auf- und Niedergange der Kolben, Erzkübel aus einer Grube zu ziehen.

Das Spiel dieser Maschine ist folgendes: Wenn durch das Spiel der Kolben in den Cylindern A A die Luft aus der Röhre R ausgepumpt wird, und der Hahn D nun eine solche Lage hat, daß die Communikation der Röhre R mit dem Cylinder B geöffnet ist, so dringt die Luft aus dem Cylinder B' in den mit verdünnter Luft angefüllten Raum der Röhre R und der mit ihr in Verbindung stehenden Luftpumpen A A; wodurch der äußere Luftdruck den Kolben

im Cylinder B niederdrückt, mit einer Kraft, die mit der Luftverdünnung unter demselben im Verhältnisse steht. Während dieser Kolben niedergeht, folglich vermittelst des Seiles die Welle mit dem Rade umdreht, wird der Kolben des anderen Cylinders B in die Höhe gezogen, indem die atmosphärische Luft durch den Hahn unter diesen Kolben freien Zutritt hat, folglich der Luftdruck von oben und unten auf derselben gleich wird. Wird nun der Hahn D gewendet, so daß die Communikation der Röhre R mit dem Cylinder B, und die Communikation der äußeren Luft mit dem Cylinder B hergestellt wird; so drückt die Luft nur den Kolben im Cylinder B nieder, während der Kolben im Cylinder B′ in die Höhe gezogen wird; u. s. w. Zur Wendung dieses Hahns läßt sich übrigens leicht eine Steuerung anbringen.

Papin sagt über diese Erfindung: »Als ich diese Maschine im verflossenen Jahre (1687) der königlichen Gesellschaft in London vorlegte, wurden mir einige Schwierigkeiten entgegengesetzt, die mich veranlaßten, über die Größe der einzelnen Theile der Maschine zur Hervorbringung eines bestimmten Effectes Untersuchungen anzustellen, und ich habe durch Rechnung und Erfahrung gefunden, daß, wenn in der Stunde 1000 Pfund Wasser auf eine Höhe von 500 Fuß gehoben werden sollten, und die Gruben vom Flusse zwei Stunden Weges, oder 20,000 Fuß entfernt wären, für die Cylinder B B′ ein Durchmesser von einem Fuß und eine Höhe von 4 Fuß hinreichen würde; die Röhre R aber nur einen Durchmesser von einem halben Zoll zu haben brauchte. Da diese Röhren nur einen Druck von außen leiden, und ihre convexe Form die Festigkeit vermehrt, so können sie leicht und wohlfeil aus dünnem Blei hergestellt werden; so daß jene ganze Länge von zwei Stunden in England nicht mehr als zweihundert Thaler kosten würde.«

»Es kann daher diese Maschine sehr dauerhaft mit geringen Kosten hergerichtet werden, ohne Schwierigkeit, wie auch immer die Gegend hügelig und unterbrochen sein mag, und ohne Unbequemlichkeit für die öffentlichen Straßen, da die Röhren unter dem Boden fortlaufen. Man muß zwar bekennen, daß der Kolben in den Luftpumpen A A, die vom Wasserrade getrieben werden, eine größere Last überwinden müssen, als von den Kolben in den Cylindern B B′ gehoben werden kann, und daß daher einiger Verlust an bewe-

gender Kraft vorhanden sei; jedoch ist es viel besser, wenigstens den größten Theil einer vorhandenen Kraft zu benutzen, als die ganze zu verlieren, besonders da in vielen Flüssen bewegende Kraft genug vorhanden ist. Wegen dieses Kraftverlustes darf man daher unsere Maschine nicht verwerfen, außer man erfinde etwas, bei welchem dasselbe mit weniger Verlust geleistet wird; woran ich jedoch sehr zweifle.«

Es ist schon bei der ersten Ansicht dieser Maschine, sagt Prechtl, nicht zu zweifeln, daß sie nicht in mehreren Fällen sollte mit Vortheil angewendet werden können. Die Anfertigung langer luftdichter Röhren, desgleichen wohl ausgebohrter Cylinder zu den Pumpen mit luftdichter Kolbenliederung war zu Papins Zeiten noch mit Schwierigkeiten verbunden, heutzutage kann man dieselben aus Gußeisen zu jedem Durchmesser und hinlänglich wohlfeil erhalten. Werden die Kolben sowohl in den Cylindern **A A'** als in jenen **B B'** mit einer Schicht Oel bedeckt, so wird dadurch die Luftdichtigkeit der Kolben gesichert und ihre Reibung vermindert. Am Boden dieser Cylinder kann, wie in den neueren Woolf'schen Dampfmaschinen, eine Vertiefung angebracht sein, in welcher sich das an der Seitenwand des Kolbens durchgetriebene Oel sammelt und von Zeit zu Zeit abgezogen wird.

Die Vorrichtung mit dem Rade an der Welle, wie sie sich in Papins Zeichnung befindet, kann da, wo aus einer nicht sehr bedeutenden Tiefe Erz 2c. gefördert werden soll, angewendet werden. Wäre z. B. der Durchmesser des Rades 6 Fuß, jener der Welle $\frac{2}{3}$ Fuß, der Kolbenhub im Cylinder 4 Fuß, so ist: $\frac{6}{\frac{2}{3}} \times 4 = 36$ Fuß die Tiefe, auf welche der Kübel bei einem Niedergange des Kolbens sinkt.

Sollen mit dem Cylinder **B B'** Wasserpumpen, oder eine andere Maschinerie in Verbindung gebracht werden, so müssen die Kolben mit steifen Kolbenstangen versehen und mit einem, um eine Achse beweglichen Querbaum, an welchem die Pumpenstangen befestigt sind, in Verbindung gebracht werden. An diesen Querbaum läßt sich leicht die Steuerung des Hahns anbringen, der sich immer in dem Augenblicke dreht, wenn ein Kolben seinen Niedergang vollendet hat. Es muß nicht uninteressant sein, das Kolbenspiel dieser Maschine wahrzunehmen, von welcher keine bewegende Kraft sichtbar ist, da das Wasserrad, das mit den

Treibcylindern durch die unterirdischen Röhren in Verbindung steht, an einem entfernten Flusse sich befinden kann.

Mit Vortheil anwendbar erscheint diese Maschine in allen jenen Fällen, wo die Kraft eines entfernten Flusses, oder eines Aufschlagwassers durch die gewöhnlichen Mittel des Gestänges oder der Stangenkunst, auf einen entfernten Punkt entweder nur mit großen Schwierigkeiten und Kraftverlust, oder mit einem größeren Anlags- und Unterhaltungscapital fortgepflanzt werden kann. Bedenkt man die durch die vielfältigen Zapfenreibungen in der Stangenkunst hervorgebrachten Kraftverluste, die Schwierigkeit seiner Anlegung in sehr hügeligem Terrain, die Kosten zu seiner Erhaltung und Reparatur, und die vermehrte Aufsicht, so dürfte in den meisten Fällen, wo die Bewegung auf eine beträchtliche Entfernung fortgepflanzt werden soll, die Papinsche Maschinerie den Vorzug verdienen. Ihre Anwendung ist an gar kein Terrain verbunden, die Röhren können senkrecht und horizontal, über die steilsten Berge, selbst über Flüsse und überall in dem kürzesten Wege geführt werden. Sind die vorher auf Luftdichtigkeit geprüften Röhren von Gußeisen bei der ersten Anlage mittelst des bekannten Eisenkittes sorgfältig zusammengefügt worden, so läßt sich ohne Reparatur ihre Dauer auf eine lange Reihe von Jahren erwarten.

Prechtl giebt folgende Bemerkung über die Wirkungsart dieser Maschine, um danach die vortheilhaftere Einrichtung ihres Ganges bemessen zu können. Die Dichtigkeit der durch das Spiel der Maschine in der Communikationsröhre **R R** verdünnten Luft sei $= \mathbf{d}$, wenn jene der äußeren atmosphärischen Luft $= 1$ ist. Soll diese Dichtigkeit **d** durch die Maschine, nachdem sie in den Beharrungsstand getreten ist, constant erhalten werden, die Schwankungen durch das immerwährende Einströmen der Luft aus den Cylindern **B B** und das Abziehen derselben durch die Cylinder **A A'** abgerechnet; so muß durch die Pumpen **A A'** in gleicher Zeit eben so viel Luft von der Dichtigkeit $= 1$ ausgezogen werden, als durch die Cylinder **B B** hinzu kommt. Die Communikationsröhre **R** vertritt unter dieser Voraussetzung die Stelle eines Reservoirs, welches die erwähnten Schwankungen um so mehr ausgleicht, je mehr sein kubischer Inhalt jenen der Cylinder übertrifft. Für die in der

Anwendung vorkommenden Fälle, wo die Capacität der Röhre gegen jene der Cylinder sehr groß ist, ist daher

$$1 . d = \frac{R'}{R a}$$

wenn R den kubischen Inhalt der beiden Cylinder B B'; R jenen der Cylinder A A und n die Anzahl der Kolbenspiele (d. i. eines Aufgangs und Niedergangs des Kolbens) bezeichnet, welche in einem der Cylinder A A' in der Zeit geschehen, in welcher ein Kolbenspiel in einem der Cylinder B B' erfolgt. Wir wollen die Cylinder A A' mit dem Namen Pumpencylinder, und jene B B' mit Treibcylinder bezeichnen. Beim Aufsteigen des Kolbens in den Pumpencylindern bleibt die Dichtigkeit der Luft unter den Kolben gleich, nämlich = d, weil immer der verhältnißmäßige Ersatz aus den Treibcylindern erfolgt. Es ist also der Druck auf den Kolben von unten

$$p = d p . a,$$

wenn a den Querschnitt der Pumpencylinder oder die Kolbenflächen zusammengenommen in Fußen, und p den Druck der atmosphärischen Luft auf den Quadratfuß in Pfunden bezeichnet. Folglich ist

$$p a - d p a = (1 - d) p a$$

die Last auf dem Kolben; demnach die Kraft, welche zur Hebung des Kolbens erforderlich ist, oder

$$V' = (1 - d) p a h + \varrho$$

wo h die Höhe der Pumpcylinder innerhalb des Kolbenspiels in Fußen und ϱ die Kolbenreibung durch den Weg h in Pfunden bezeichnet.

Geht der Kolben niederwärts, so wird die unter demselben befindliche verdünnte Luft allmählich zusammengedrückt, bis sie vor der Ankunft des Kolbens am Boden der Dichtigkeit = 1 erreicht und dann durch die Ventilöffnung entweicht. Bis zu dieser Grenze drückt daher die Luft unter dem Kolben nicht so stark gegen seine untere Fläche, als die äußere gegen seine obere drückt; der Kolben wird daher auf seinem Wege durch den Cylinder durch den äußeren Luftdruck niedergetrieben, welche Wirkung jedoch in dem Maße abnimmt, als die Dichtigkeit der Luft unter dem Kolben zunimmt.

Ist d die Dichtigkeit, mit welcher die Luft vor dem Niedergange des Kolbens in dem Cylinder verbreitet ist,

folglich d h der Theil des Cylinders, in welchem sie beim Niedergange des Kolbens die Dichtigkeit = I erlangt, so findet sich durch Integrirung die Wirkung des Luftdruckes auf den unteren Theil des Kolbens bei seinem allmählichen Niedergange durch den Raum d h

$$= p\ a\ d\ h\ (\log.\ \text{nat.}\ \frac{1}{d} + 1)$$

Demnach ergiebt sich, da die Wirkung des Druckes der Luft auf den oberen Theil des Kolbens während seines Niederganges = p a h ist, für die gesammte zu seinem Niedergang durch den Cylinder erforderliche Kraft V″;

$$V'' = p\ a\ d\ h\ (\log.\ \text{nat.}\ \frac{1}{d} + 1) - p\ a\ h.$$

folglich ist V′ + V″ oder die zur Bewirkung des Kolbenspieles der Pumpcylinder für einen Auf- und Niedergang des Kolbens erforderliche Kraft

$$V = d\ p\ a\ h\ \log.\ \text{nat.}\ \frac{1}{d}$$

In der Zeit t geschehen in den Pumpcylindern n Kolbenhübe, in welcher ein Kolbenspiel in den Treibcylindern erfolgt. Wird daher der vorstehende Werth von V mit n multiplicirt, so drückt er die Last aus, welche in der Zeit t auf 1 Fuß gehoben wird. Bezeichnet t Sekunden, so ist

$$II\ V = (d\ p\ a\ h\ \log.\ \text{nat.}\ \frac{1}{d})\ \frac{n}{t} + \varrho$$

der Effect, oder die Kraft des Wasserrades in Pfunden in einer Sekunde auf 1 Fuß gehoben, ausgedrückt; wo ϱ die Größe der Kolbenreibung in Pfunden bezeichnet. Während der Zeit t erfolgt ein Niedergang in den Treibcylindern B B′. Der Flächeninhalt der Kolben dieser Cylinder zusammengenommen sei a′, die Höhe jedes einzelnen = h′: so ist der Druck von der unteren Seite des Kolbens = d p a′; von oben = p a′; also effectiver Druck = (I — d) p a′; folglich die Gesammtlast in den Treibcylindern oder

$$III\ E = (1 - d)\ p\ a'\ \frac{b'}{t} + \varrho'$$

in Pfunden in einer Sekunde auf 1 Fuß gehoben.

Sonach wären in der Wirkung der Maschine die mechanischen Momente der Kraft und Last gegen einander bestimmt; und es lassen sich aus deren Vergleichung die Ei-

genschaften ihrer Wirkungsart erkennen. Um die Werthe von V und E (in den Formeln II und III) zur Auffindung des Verhältnisses der Kraft zur Nutzlast mit einander zu vergleichen, kann man h = h′ setzen, da die Capacitäten der Cylinder unter dieser Annahme durch a und a′ bestimmt werden.

Ferner ist aus der Formel

$$\text{I } d = \frac{R'}{Rn} = \frac{a'\,h'}{a\,h\,n}, \text{ also } d\,h\,a\,n = a'\,h'$$

In Folge dieser Substitutionen ist, mit Weglassung der Kolbenreibung

$$V : E = \left(\log.\,\text{nat.}\,\frac{1}{d}\right)\frac{a'\,h'\,p}{t} : (1-d)\,\frac{a'\,h'\,p}{t}$$

$$= \log.\,\text{nat.}\,\frac{1}{d} : 1-d.$$

Hieraus erhellt, daß bei dieser Maschine um so mehr an Kraft verloren werde, je mehr die Luft in den Röhren verdünnt wird; denn wenn durch diese Verdünnung gleichwohl die Wirkung in den Treibcylindern zunimmt, so wird dazu doch ein unverhältnißmäßiger Kraftaufwand in den Pumpcylindern erfordert. Bei einer unendlich großen Verdünnung der Luft in den Röhren würde der Kraftverlust unendlich groß sein, d. h. gar keine Wirkung stattfinden können, und nur in einer unendlich großen Annäherung der Dichtigkeit der Luft zu d = 1 würde ein unendlich geringer Kraftverlust vorhanden sein.

Auf diese Art ergiebt sich z. B.

$$\text{für } d = \tfrac{1}{20}\;\; E = \frac{0{,}95}{2{,}99}\,V$$

$$\text{für } d = \tfrac{1}{10}\;\; E = \frac{0{,}9}{2{,}3}\,V$$

$$\text{für } d = \tfrac{1}{4}\;\; E = \frac{0{,}75}{1{,}38}\,V$$

$$\text{für } d = \tfrac{1}{2}\;\; E = \frac{0{,}50}{0{,}69}\,V$$

$$\text{für } d = \tfrac{2}{3}\;\; E = \frac{0{,}33}{0{,}40}\,V$$

Es dürfte in den meisten Fällen am zweckmäßigsten sein, die Dichtigkeit der Luft in den Röhren im Beharrungs-

stande der Maschine $= \frac{1}{2}$ zu wählen, bei welcher der Kraftverlust nur etwa $\frac{3}{7}$ beträgt und hiernach die Dimensionen der Pump- und Treibcylinder zu bestimmen. In diesem Falle wird der Druck der Kolben in den Treibcylindern etwas geringer als die Hälfte des Druckes der Atmosphäre, folglich brauchen bei nicht zu langsamem Kolbenspiel, auch für einen bedeutenden Effekt die Cylinder keinen übermäßigen Durchmesser bei gleicher Hubhöhe zu haben. Für diese Dichtigkeit ist dann

$$\frac{R'}{R\,n} = \frac{1}{2}$$

Der dieser Maschine an sich nothwendig anklebende Kraftverlust begründet übrigens, wie schon Papin bemerkt, keinen Einwurf gegen ihre nutzlose Anwendbarkeit. Es kommt nur darauf an, ob mit irgend einer andern Maschinerie ein ähnlicher Effect mit einer geringeren Schmälerung des Totaleffectes durch die Nebenlast hervorgebracht werden könne, was für die meisten Fälle, in denen diese Maschinerie ihre Anwendung finden kann, zu bezweifeln steht. — Da die Größe der Kolbenreibung mit dem größeren Durchmesser sich verhältnißmäßig gegen den Totaleffect vermindert, das Moment der Reibung aber auch mit von der Länge des Kolbenweges in der Sekunde abhängt, so ist es besser, den Pumpcylindern größere Durchmesser zu geben und die Anzahl der Kolbenhübe $= n$ zu vermindern, oder auch, bei einer größeren Maschine statt zweier, vier Pumpcylinder aufzustellen.

Ist die Luftdichtigkeit $d = \frac{1}{2}$, so sind bei gleichen Inhalte der Pump- und Treikcylinder nur zwei Hübe in ersterem erforderlich, während ein Hub in den letzteren erfolgt. Bei doppeltem Inhalte der ersteren geschehen die Hübe in beiden gleichzeitig. Der Widerstand und die Reibung der Luft in den Röhren scheint nach den entscheidenden Versuchen von Lehot, Desormes und Clement selbst auf sehr bedeutende Strecken so gering zu sein, daß er kaum in Anschlag zu bringen ist, zumal wenn die Röhren gehörig weit genommen werden, damit die Geschwindigkeit der Luft in denselben nicht zu groß werde. Es muß jedoch immer ein Theil Kraftaufwand auf die Beschleunigung der Luft in diesen Röhren gerechnet werden, der jedoch unter jener Voraussetzung gleichfalls nicht bedeutend ist.

Haben die Treibcylinder 5 Fuß Hubhöhe und 2 Fuß Durchmesser, also 15,7 Kubikfuß Inhalt, und wechselt das Kolbenspiel zehn Mal in der Minute, so strömt in der Sekunde 5¼ Kubikfuß Luft von atmosphärischer Dichtigkeit in die Röhren aus, die von den Pumpcylindern in derselben Zeit wieder weggenommen wird. Haben die Röhren 6 Zoll Durchmesser, so beträgt sonach in denselben die Geschwindigkeit der Luft von der halben Dichtigkeit = 54 Fuß in der Sekunde, wozu der Druck einer Wassersäule von noch nicht ½ Zoll Höhe erforderlich ist. — Hätte dagegen die Communikationsröhre 2 Zoll Durchmesser, so würde die Geschwindigkeit der verdünnten Luft in derselben 480 Fuß in einer Sekunde betragen, wozu der Druck einer Wassersäule von beinahe 2⅓ Fuß erforderlich wäre, welcher die vorhandene Kraft in den Treibcylindern schon bedeutend vermindern würde.

Ganz neuerlich wird auf die Wichtigkeit der Kraftübertragung durch Röhren mit Kolben wieder in Heßlers encyklopädischer Zeitschrift des Gewerbswesens aufmerksam gemacht, wo es unter Anderem heißt: »Es ist nichts Ungewöhnliches, daß man mit Vernachlässigung kräftiger Gefälle Dampfmaschinen errichtet, weil man trotz des großen Anlage- und Betriebskapitals immer noch wohlfeiler wegkommt, als wenn man die entfernte Kraft durch Feldgestänge übertragen würde, weil dann bei den fortwährenden Reparaturen sehr kostspielige, oft auch gefährliche Arbeitsunterbrechungen stattfinden. In den Eisenwerken zu Ulverstone werden durch Wasserwerke und Dampfmaschinen Luftpumpen in Bewegung gesetzt und übertragen die Kraft durch das gebildete Vacuum fast augenblicklich auf eine Entfernung von einer englischen Meile, wo sich die Pumpen und Förderungsmaschinen im Gange befinden; in der Hyde Collierie bei Manchester findet dasselbe statt.

8. Luftballons.

Wenn die Luft durch Wärme ausgedehnt oder verdünnt wird, so nimmt sie natürlich einen bedeutend größeren Umfang ein, als sie in der Kälte hatte, oder sie vergrößert ihr Volumen und wird specifisch leichter. Wird nun solche verdünnte Luft in für sie undurchdringliche Hüllen eingeschlossen, so steigt sie nothwendig sammt der Hülle in der Atmosphäre

in die Höhe, wenn die Hülle sammt der eingeschlossenen Luft und allem Zubehör weniger als eine gleiche Ausdehnung atmosphärischer Luft wiegt.

Die Gebrüder Montgolfier, Besitzer einer Papierfabrik zu Annonay in Frankreich, ließen am 5. Juni 1783 den ersten aus Leinwand verfertigten und mit Papier überzogenen Luftball von 35 Pariser Fuß im Durchmesser und 450 Pfund am Gewichte, und mit noch anderen 400 Pfd. belastet, zu einer großen Höhe steigen. Der Versuch wurde am 19. September desselben Jahres von Stephan Montgolfier zu Versailles mit einem Luftballon von 57 Fuß Höhe und 41 Fuß Weite, welcher durch Verbrennen von 85 Pfund Stroh und Wolle schnell aufgeschwellt wurde, mit glücklichem Erfolge wiederholt. Man nennt diese Art Luftballons Montgolfièren, im Gegensatze zu denen im Jahre 1783 von Charles angegebenen, welche mit Wasserstoffgas gefüllt, Charlièren genannt werden, und erstere jetzt verdrängt haben.

9. Conservation im luftleeren Raume.

Wenn von animalischen und vegetabilischen Körpern, welche längere Zeit im unverdorbenen Zustande aufbewahrt werden sollen, die Luft möglichst vollständig abgehalten wird, so wird dieser Zweck so vollkommen erreicht wie auf keine andere Weise; berühmt ist deßhalb die sogenannte Appert'sche Aufbewahrungsmethode geworden, welche sich hierauf gründet. Wenn organischen leblosen Körpern der Zugang der Luft völlig abgeschnitten ist, so fehlt ihnen die Hauptbedingung, welche zu einer Selbstentmischung oder freiwilligen Zersetzung erforderlich ist. Beim Niederreißen einer Kapelle am Lago Maggiore fand man Eier seit 300 Jahren eingemauert und mit Kalkspeise völlig umgeben, welche sich ganz wie frische verhielten, was nur dem völligen Abschluß der Luft zugeschrieben werden kann.

Ein ziemlich bekanntes Mittel, Speisen durch Abhaltung der Luft aufzubewahren, ist folgendes: Man füllt die aufzubewahrenden Substanzen, z. B. grüne Erbsen ꝛc., in Glasflaschen, stellt diese in einen mit Wasser gefüllten Kessel und kocht hierauf einige Zeit. Die Flaschen sind so gestellt, daß ihre Mündung über den Wasserspiegel hervorragt, wodurch bewirkt wird, daß der größte Theil der Luft wäh-

rend des Kochens entfernt wird. Alsdann, noch während des Kochens, werden die Flaschen mit einem zuvor schon eingepaßten Stöpsel verschlossen, in Folge dessen die äußere Luft nach dem Erkalten nicht wieder hinzutreten kann. Zweckmäßig ist es, nach dem Herausnehmen die Mündung der Flasche mit Blase dicht zu umbinden, oder in eine Mischung aus Harz und Wachs zu tauchen.

Das berühmt gewordene Verfahren von Appert, Fleisch, Fische, Gemüse, Suppen ꝛc. Jahre lang aufzubewahren, und welches beiläufig schon oben erwähnt wurde, besteht in Folgendem: Man füllt die zu conservirenden Substanzen in luftdichte blechene verlöthete Büchsen und erhitzt dieselben mehrere Stunden lang in kochendem Wasser. Hierbei nimmt man entweder mit Liebig an, daß während des Kochens die kleine Menge Sauerstoff der eingeschlossenen Luft von der organischen Materie aufgenommen wird, ohne bei dieser Hitze ein Ferment bilden zu können, oder mit Schwann, daß die mikroskopischen Wesen, welche die Zersetzung einleiten, durch die Hitze getödtet werden.

Der Erwähnung werth ist bei dieser Veranlassung die in Edinburg errichtete ungeheure Speisenfabrik von Gillon u. Comp. Sie befindet sich in einem mächtigen Gebäude, dessen unterstes Stockwerk aus einer fortlaufenden Reihe kolossaler Küchen besteht, aus denen Broden und Dampf durch geschickt angebrachte Ventilatoren beständig abzieht. Neun Kessel, jeder zu 400 Quart Inhalt, sind stets mit Rindsklauen zu Suppen gefüllt, wovon 20 verschiedene Sorten angefertigt werden, worunter die berühmte Schildkröten- und die nicht zu verachtende Ochsenschwanzsuppe, die Gesammtliste der producirten Gerichte zählt 90 Nummern. Es sind in der Anstalt 30 Klempner mit 10 Lehrlingen beschäftigt, die Blechbüchsen zur Aufnahme der Speisen anzufertigen und zu verschließen. Es werden täglich zwischen 500 bis 1000 Büchsen gefüllt und ein einziger Schiffsrheder in Liverpool bezieht monatlich zwischen 5- bis 10,000 Büchsen, im Werth von 500 bis 1000 Pfund Sterling.

Anders kann man den Luftdruck auch noch zur Conservation z. B. des Fleisches benutzen, wenn man dadurch die Infiltration der Salzlauge erleichtert und folglich an letzterer erspart. Es kann dieses geschehen, indem man in dem Ge-

fäße die Luft auspumpt, und den atmosphärischen Druck wirken läßt; oder dadurch, daß man comprimirte Luft oder den hydrostatischen Druck anwendet, worüber die folgenden Artikel Auskunft geben.

10. Benutzung des Luftdrucks und der Luftverdünnung bei Krankheiten.

Die polyt. Zeitung von 1840., S. 55 macht hierüber folgende Mittheilung. Die französische Akademie hat kürzlich Bericht über Junod's Versuche deßhalb abgestattet. Junod ist indessen nicht der Erste, der hierauf aufmerksam macht, denn seine ersten Versuche datiren sich vom Jahre 1828, und bereits 1824 machte J. C. Leuchs in einer nach Harlem gesandten Abhandlung, die 1826 in Nürnberg unter dem Titel: »Anleitung zur Benutzung des luftleeren Raumes und des Luftdrucks in den Gewerben« erschien, darauf aufmerksam. Es heißt darin Seite 32: »Zum Schlusse sei es mir noch erlaubt, einer medicinischen Benutzung des luftleeren Raumes zu gedenken. Man könnte nämlich Gefäße mit Lederrand fest auf die Haut drücken, in ihnen die Luft verdünnen oder auspumpen, und dadurch a) Geschwüre und Ausschlagskrankheiten zur schnellen Entwickelung bringen oder ganz heilen, vielleicht auch podagraische Uebel verhüten; b) Wunden, Krebs und andere Uebel, bei denen der Sauerstoff der Luft schädlich wird, leichter heilen; c) wenn das Gall'sche Schädelsystem seine Richtigkeit hat, die Entwicklung gewisser Organe, die man zugleich durch geistige Anregung zu befördern suchte, auch medicinisch befördern.«

»Daß alle diese Mittel nicht ohne bedeutenden Nutzen wären, zeigt schon der bemerkte Einfluß des verschiedenen Luftdrucks auf Krankheiten und geistige Entwickelung. Man hat häufig die größeren Geistesfähigkeiten der Bergbewohner, der Einwohner Madrids u. s. w., das leichte Heilen gewisser Krankheiten in hochliegenden Gegenden in der verdünnten Luft daselbst zugeschrieben.«

Junod begann damit, eines seiner Zimmer luftdicht zu machen, und durch allmähliches Auspumpen die Luft darin so zu verdünnen, daß das Barometer eine größere Verminderung des Luftdrucks angab, als Gay-Lussac und Saussure beim Ersteigen des Montblanc zu erdulden hat-

ten. Er studirte nun sämmtliche physiologische Vorgänge, und wies zuerst die rein mechanische Wirkung des verminderten Luftdrucks auf den menschlichen Körper beim Ersteigen von großen Höhen nach — Erscheinungen, welche man früher theilweise der größeren Trockenheit und der Elektricität der Luft zuschrieb. Von diesen Versuchen ging er zur Anwendung des verminderten und vermehrten Luftdrucks in der Medicin über und gebrauchte nunmehr große Metallröhren, welche an dem einen offenen Ende eine Vorrichtung aus Kautschuk haben, welche sich dem Theile des menschlichen Körpers, der in die Röhre kommt, genau anschließt. Es sind bald bloß die Arme, die Füße, bald die untere Hälfte des Leibes, welche in den durch die angebrachte Pumpe fast luftleer gemachten Raum kommen. Merkwürdig sind die Folgen. Ein großer Theil des im Körper befindlichen Blutes wendet sich gegen genannte Theile und verläßt somit von der Krankheit bedrohte Körperregionen. Sämmtliche blutführende Gefäße strotzen, der Theil röthet sich, schwillt oft um mehrere Zolle, — es kommt zur vermehrten Wärmeentwickelung und Schweißbildung.

Damit experimentirte er im Hotel-Dieu zur Zeit der Cholera, damit heilte er Schlagflüsse, Lähmungen, Rheumatismen, Krankheiten der Ohren, Augen, der hartnäckigsten Art, z. B. den schwarzen Staar. Wirklich hat auch die Medicin nicht leicht ein energischeres Mittel an der Hand; aber immer ward dem Erfinder die Gefahr entgegengesetzt, welche in dem Hin- und Herschwanken einer solchen Blutmasse besteht, — denn die Vorrichtung läßt durch Hineinpumpen der Luft auch vermehrten Luftdruck zu, was nöthig wird, wenn, was öfter der Fall ist, während der Application Ohnmachten entstehen. Das Blut strömt dann wieder zurück in Folge des Druckes, der auf den Körpertheil überall gleich vertheilt, ausgeübt wird, was in der Medicin bis jetzt noch Problem war.

11. Filtriren unter Anwendung des luftverdünnten Raumes.

Professor Kastner sagt über die sogenannte Filtrir- oder Seihpumpe Folgendes: Es ist bekannt, daß man Quecksilber oder geschmolzene Injectionsmasse mittelst besonders dazu eingerichteter Recipienten in anatomische Präparate, mit Hülfe des ungleichen Luftdrucks spritzt, indem man die Luft

in den Präparaten und um dieselben durch Auspumpen verdünnt, während man von oben her flüssige Einspritzmasse und darüber die äußere, unverdünnte Luft lasten und drücken läßt; man weiß ferner, daß Merkur, Wasser und mehrere tropfbare Flüssigkeiten durch hölzerne Schaalen in Gestalt eines feinen Regens getrieben werden können (s. oben), wenn man unterhalb der Schaale in dem oben offenen, während des Versuches aber durch die Schaale geschlossenen Recipienten die Luft verdünnt, indessen oben auf das in die Schaale gegossene Merkur rc. die äußere Luft drückt, und ich bediene mich seit Jahren dieses Handgriffs, um Merkur von Staub und zufälligem Schmutz schnell zu reinigen. Diese und ähnliche Versuche waren es, welche zur Erfindung der Seihpumpe führten. Es ist nicht bekannt, wer zuerst den Einfall hatte, jene Versuche auf die Durchseihung wässeriger, geistiger und öliger Flüssigkeiten anzuwenden, so viel kann ich indessen versichern, daß ich auch zu denen gehöre, die von selbst auf seine Anwendung verfielen.

Es war im Sommer 1814, als ich in London in einer dortigen Zuckersiederei und späterhin beim Besuche einer chemischen Fabrik zu Battersea den Wunsch äußerte, daß man obigen Versuch auf die Durchseihung langsam durchlaufender Flüssigkeiten anwenden möchte, wobei man eine gewöhnliche Saugpumpe statt der theuren Luftpumpe benutzen könne. Spannt man ein Seihtuch über ein cylindrisches starkes Glas, welches an der Seite unterhalb des Tuches durchbohrt und mit einer aufwärts gebogenen Röhre verbunden ist, in welche die Mündung einer zinnenen Spritze luftdicht eingreift, so kann man das Durchlaufen der auf dem Seihetuche lastenden tropfbaren Flüssigkeit durch einen Spritzenzug (durch einmaliges Anziehen des Spritzenkolbens) auffallend beschleunigen.

Wählt man statt des Glases einen metallenen Kessel und statt der Spritze eine gewöhnliche Saugpumpe, und wartet man mit dem Pumpen so lange, bis unten, unfern der Röhre schon etwas tropfbare Flüssigkeit durchgelaufen ist, oder preßt man zuvor so viel reines Wasser in den Kessel, daß beim Pumpen dieses von der Pumpe aufgesogen werden kann, so wird man beim fortgesetzten Pumpen sowohl das Durchlaufen der Flüssigkeit durch ein Seihtuch beschleunigen, als auch dieses gleich aus dem Kessel mittelst der

Pumpe, entfernen und dort hinführen können, wohin man es geleitet zu haben wünscht. Der Kessel darf in diesem Falle aber nicht von einem hölzernen Kübel oder Fasse vertreten werden, weil dieses zu porös ist, und selbst als Seihzeug wirkt, indem es bei jedem Pumpenzuge Luft durchläßt; auch muß die Pumpe aus gleichen Gründen selbst sehr stark und ihre Stiefel am besten metallen sein.

Vorrichtungen dieser Art haben indessen stets große Unbequemlichkeiten, theils indem sie mehr oder weniger kostspielig werden, theils, weil sie unausgesetztes Nachfüllen der Flüssigkeit auf dem Seihzeuge erheischen, weil sonst sehr bald statt der durchzuseihenden Flüssigkeit die äußere Luft selbst nachfließen und dadurch die Wirkung der Pumpe in Absicht auf Luftverdünnung ganz und gar aufheben würde; theils auch wegen des großen Kraftaufwandes, der erfordert wird, die Kolbenstange der Pumpe, der Gewalt des äußeren, auf dem oberen Theile der Stange lastenden Luftdruckes entgegen, in die Höhe zu heben. Diese durch eigene Versuche in Erfahrung gebrachten Nachtheile veranlaßten die Ausmittelung der folgenden Vorrichtung.

Man läßt kreisförmige Reifen oder Rahmen verfertigen, welche als genau passende Ringe, nachdem sie zuvor mit Filz, Flanell oder irgend einem anderen zu wählenden haltbaren Seihzeuge überspannt worden sind, auf den unteren, offenen Rand des Stiefels der Pumpe, unterhalb des Pumpenventils geschoben werden; man stellt darauf die Handpumpe möglichst fest in das Faß oder in die Kufe mit der durchzuseihenden Flüssigkeit, wartet einige Minuten, bis durch die eigene Last der Pumpe und durch den Druck der Flüssigkeit, diese von selbst durch das Seihzeug durchgedrungen ist, und fängt nun an zu pumpen. Will man diese Zeitfrist noch verkürzen und zugleich dem Ventile die volle Wirksamkeit verschaffen, so wird man zuvor oben in die Pumpe etwas auf gewöhnliche Weise schon durchgeseihte Flüssigkeit, oder wenn diese es erlaubt, etwas reines Wasser zu gießen haben. Indem man nun die Flüssigkeit aus dem Fasse in ein anderes Gefäß pumpt, nöthigt man sie, das Seihzeug zu durchsteigen, was mittelst des von außen her auf die Flüssigkeit lastenden Luftdruckes eingeleitet und möglichst gleichförmig unterhalten wird.

Statt des einfachen Seihzeuges kann man auch mehrere über einander spannen, so daß z. B. zwischen je zwei nicht zu dicke Lagen von ausgekochtem Kohlenpulver und Sand, Sand und ausgekochte Sägespäne, gepulvertes Glas ꝛc. kommen, und also abgeändert zur Reinigung des Wassers, Oels, zur Durchseihung trüben Weins, Biers, Essigs ꝛc. und selbst zur Ausziehung gepulverter Rinden anwenden. Wie bei jeder anderen Filtrirmethode hat man zuvörderst auf die Natur der Flüssigkeit und auf den Zweck, weßhalb sie filtrirt wird, Rücksicht zu nehmen. Meistens hat er den Zweck, aus der Flüssigkeit fremde, sie verunreinigende, leichte und deßhalb darin schwimmende, sich nicht absetzende Körper abzuscheiden, indem schwere sich bis zum völligen Klarwerden der Flüssigkeit in Folge ihres größeren specifischen Gewichts von selbst absetzen. Diese Körper nun bleiben auf dem Seihzeuge, welches nur die Flüssigkeit durchläßt, zurück, und wenn erstere sehr fein oder von zusammenhängender gelatinöser, klebriger Beschaffenheit sind, verstopfen sie das Filter sehr bald, in welchem Falle dieses mit einem andern vertauscht und das verstopfte, wenn es angeht, gereinigt werden muß.

In Rücksicht nun auf diese Umstände, kann man das eben beschriebene Verfahren auch dahin abändern, daß man zwei, nach Art der nachher zu beschreibenden Presse von Rommershausen neben einander stellt, luftdicht verbindet und in dem ersteren das Filter anbringt. Soll die Flüssigkeit eine länger anhaltende Passage durch poröse Körper, als Baumwolle, Werg, Kohlen, gestoßene Oelkuchen machen, so müßte Kastner's Verfahren jedenfalls dahin abgeändert werden, oder man müßte wenigstens das Saugrohr, vermittelst einer horizontalen Nebenröhre mit einem luftdicht verschlossenen Kasten in Verbindung bringen, in welchem sich jene lockeren Körper befänden, und auf diesem Kasten erst die Pumpe anbringen.

Beiläufig mag noch das neuerlich sehr in Aufnahme gekommene Filtrirverfahren mittelst hydrostatischen Druckes erwähnt werden, welches eigentlich weniger hieher gehört, bei dem aber auch gleichzeitig die Luftverdünnung mit Vortheil angewendet werden kann. In Fig. 3. Taf. VI. ist die zu diesem Zwecke dienende Vorrichtung abgebildet, welche man nicht allein zum Filtriren, sondern auch zum Extrahi-

ren anwenden kann und deßhalb auch Real's Extractions-Presse genannt wird. Angenommen, die zu filtrirende Flüssigkeit sei mit Schwefelsäure und Salzwasser raffinirtes, noch trübes Oel, so gießt man es beim Verschlossenhalten des Hahns c in den Kasten a, während man in den Behälter B, zwischen zweien Stellböden d d das Filter anbringt. Dieses kann aus Flanell oder Filz, auch Baumwolle, Oelkuchenmehl u. s. w. bestehen. Oeffnet man nun den Hahn c, so wird das Oel vermittelst des hydrostatischen Druckes, welchen die Flüssigkeitssäule b ausübt, kräftig durch das Filter von unten nach oben getrieben und sammelt sich oberhalb des Filters in dem Raume e, woraus es durch den Hahn abgelassen werden kann. Der Kasten a muß voll erhalten werden, indem der Druck aufhört, sobald die Flüssigkeitssäule mit der Oberfläche des Filters im gleichen Niveau sich befindet, weßhalb sich diese Vorrichtung zum Filtriren geringer Flüssigkeitsmengen weniger eignet. Will man dieselbe zum Extrahiren anwenden, so kommt in den Raum d d der zu extrahirende Körper, und in den Kasten a diejenige Flüssigkeit, Wasser, Branntwein, Weingeist rc., welche die löslichen Theile aufnehmen soll. Man kann auf diese Weise z. B. sehr leicht Malz- und Hopfenextract bereiten.

Nach denselben Gesetzen, welche bei hydrostatischen Pressen Anwendung finden, leidet hierbei die Oberfläche der Filtrirvorrichtung d d einen Druck von unten nach oben, der gleich ist dem Gewichte einer Flüssigkeitssäule von der Höhe der Röhre b und einer der Filtrirvorrichtung gleichen Grundfläche, wobei übrigens der Durchmesser der Röhre b nicht in Betracht kommt. Wird der Druck der Säule b noch dadurch vermehrt, daß man einen Kolben darauf drücken läßt, so wird die Wirkung noch bedeutend verstärkt, besonders wenn man an dem Kolben noch einen Hebel Fig. 4. anbringt. Man hat in diesem Falle die Presse des Engländers Bramah. Anders kann man den Effect noch verstärken, wenn man aus dem Raume e über dem Filter die Luft auspumpt.

12. Rommershausen's Luftpresse oder Extractionspresse.

Dieselbe ist von Dr. Rommershausen erfunden und hat folgende Einrichtung. Zwei hohle, metallene (im Klei-

nen blechene oder zinnene) Cylinder a und b, Fig. 2. Taf. VI., stehen etwa in einer Entfernung von 1½ Zoll neben einander. Durch eine messingene, mit einem Hahn verschließbare Röhre e sind sie mit einander in Verbindung gebracht. Bei d, etwas über der Seitenröhre e, ist inwendig an die Wand des Cylinders b ein Ring festgelöthet, der kegelförmig ausgehöhlt ist, und in diese kegelförmige Höhlung paßt der eben so kegelförmige Rand eines siebförmigen Bodens, der mittelst eines umlegbaren Griffes von Draht leicht an seine Stelle gelegt oder herausgehoben werden kann.

In der Achse des zweiten Cylinders a befindet sich eine metallene Pumpe, wie eine gewöhnliche Saug- oder Brunnenpumpe eingerichtet, nämlich unten in der Röhre mit einem aufwärts sich öffnenden Ventile und in dem Kolben gleichfalls mit einem Ventile, das von unten nach oben aufgeht. Unten ist die in der Figur punktirt angedeutete Röhre offen, damit das Wasser, welches man durch eine Oeffnung oben in einer Decke g des Cylinders a in denselben eingießt, in die Röhre eindringen könne. Die Kolbenstange hat zum Betriebe oben einen Handgriff c. Bei einer Construktion im großen Maßstabe ist die Pumpe natürlich, wie jede größere Pumpe, mit einem Hebel zu versehen.

Wenn nun die Maschine gehörig zugerichtet, auf das Sieb a die zu extrahirenden Materien gelegt, so wie mit Wasser begossen, der Hahn d geöffnet, der Hahn f geschlossen ist, und man den Pumpenkolben an dem Griffe c in die Höhe zieht, so entsteht unter ihm der gewöhnliche luftleere Raum, der sogleich nicht bloß mit Wasser, sondern auch mit einem Theile der unter d befindlichen Luft, welche sich von da durch e hinwegbegiebt, ausgefüllt wird. Stößt man dann den Kolben nieder, so drückt man das unter dem Kolben befindliche Wasser, nebst der dabei enthaltenen Luft zu der Ventilöffnung des Kolbens heraus, das Wasser fällt auf die Decke g und durch das Loch derselben zurück in den Cylinder, die mit herausgestoßene Luft aber verbreitet sich in der Atmosphäre.

Setzt man das Auf- und Niederziehen des Kolbens schnell hinter einander fort, so entwischt unter d hinweg bald so viel Luft, daß die übrig bleibende verdünnt genug ist, um der äußeren auf d drückenden Luft das Uebergewicht zu

verstatten, wodurch die beabsichtigte Wirkung bald erfolgt. Durch Oeffnung des Hahns f zieht man den Extract ab. In der Seitenwand unter d ist gewöhnlich ein kleines, durch einen messingenen Stöpfel verschließbares Loch, durch dessen Oeffnung wieder Luft unter d eindringt. Daß man diese Vorrichtung auch zum Filtriren benutzen könne, ist schon oben erwähnt und leicht ersichtlich.

Uebrigens kann man diese, wie die im vorigen Artikel beschriebene Vorrichtung nicht allein zum Extrahiren von Pflanzenstoffen, sondern auch von Salpetererde, Alaunerde, Asche ꝛc. verwenden, um solche leicht und vollkommen auszulaugen.

13. Anwendung des luftverdünnten Raumes in Druckereien und Papierfabriken.

Daß man auf eine angemessene Weise unter Mitwirkung des Luftdruckes Papier wird sehr gleichmäßig durchfeuchten können, ist einleuchtend. Bei dem Gebrauche der Schnellpresse reichte die alte Weise, das Druckpapier anzufeuchten, nicht mehr aus, da es zu viel Zeit erfordert. Es mußte daher ein Mittel ersonnen werden, unter Ersparung an Zeit und Raum das Anfeuchten zu vollbringen. Man nahm daher zum Luftdruck seine Zuflucht und wendete einen Apparat von folgender Construction an.

Das Papier wird in einen luftdichten Kasten von vorne eingelegt und zwischen je 5 Buch dünne, fein gelochte Metallplatten gelagert. Ist der Kasten gefüllt, so wird die Seitenöffnung mit einer Platte luftdicht verschlossen und vermittelst einer Luftpumpe, welche durch den Deckel mit dem Kasten communicirt, ein luftverdünnter Raum erzeugt. So wie nun die Luft hinlänglich verdünnt worden, wird ein Rohr im Boden des Kastens, welches in ein Faß voll Wasser eintaucht, geöffnet. Sogleich stürzt das Wasser in den Kasten, erfüllt den Raum und dringt in die Poren des Papiers ein. Um den Effect noch zu vermehren, kann man dann die Pumpe auch noch als Druckpumpe benutzen und dadurch Wasser in den Kasten hineinpressen.

Auf eine gleiche Weise wird auch Papier geleimt, und zwar nicht bloß oberflächlich, sondern durch und durch.

Auch die Drahtcylinder bei Maschinen zur Darstellung von Papier ohne Ende soll man mehrfach mit Luftpumpen

verbunden haben (Bernoulli), um die Luft darin stets zu verdünnen. Es hat dieses zur Folge, daß die äußere Luft auf die weiche nasse Papiermasse gleichförmig drückt, und so dieselbe zu einem dichten und festen Blatte macht.

14. Zum vollständigen Auswaschen gebleichter Zeuge.

Garne und Gewebe, welche behufs des Bleichens mit Lauge gekocht, oder mit Chlorflüssigkeit behandelt wurden, können nach dem Ablassen dieser Flüssigkeiten, ohne sie aus dem Gefäße zu nehmen, am vollständigsten ausgewaschen werden, wenn man sich des im vorstehenden Artikel angegebenen Verfahrens bedient.

15. Die Fabrikation des Bandanos.

Mit diesem Namen belegt man aus Ostindien kommende Taschentücher, bei welchen weiße oder hellfarbige Muster auf krapprothem Grunde erzeugt werden, und die schon seit undenklichen Zeiten in Indien auf die Art ausgeübt zu werden scheint, daß man gewisse Stellen der Zeuge, die weiß bleiben sollen, mit Bindfaden sehr fest zusammenbindet und nun das Ganze ausfärbt, wobei denn die Farbebrühe in die gebundenen Stellen nicht eindringen kann und diese also weiß läßt. Dieses Verfahren ist später in Europa weiter ausgebildet worden und macht gegenwärtig einen eigenen Zweig der Kattundruckerei aus, der mit mechanischen und chemischen Hülfsmitteln aller Art zu einem hohen Grade von Vollkommenheit gelangt ist und die indischen Erzeugnisse weit übertrifft.

Die Muster oder Figuren werden nach dem in Europa jetzt ausgebildeten Verfahren auf eine Weise hervorgebracht, welche mit dem längst bekannten Golgasdruck auf Wollenwaaren viele Aehnlichkeit haben; es muß dabei das Roth der Tücher topisch ausgebeizt werden, um eine andere Farbe auf dessen Stelle aufzusetzen. Zu diesem Ende werden eine Anzahl Tücher zwischen ausgeschnittenen Bleiplatten vermittelst einer hydraulischen Presse gepreßt und durch die Oeffnungen der Platte die Beize, eine mit etwas Schwefelsäure versetzte Auflösung von Chlorkalk, vermittelst des Luftdrucks hineingetrieben, wozu das Verfahren aus den bisherigen Angaben leicht abzuleiten ist. So wie dieses geschehen, und die rothe Farbe durch die Beize zerstört worden ist, läßt

man auf gleiche Weise Wasser hindurch, um die Beizflüssigkeit vollständig hinweg zu spülen, damit nicht beim Lüften der Presse die Flüssigkeit weiter um sich greife und der Schärfe des Musters schade.

Eben so kann man gleich nach dem Spülen, ohne die Presse zu lüften, die weiß gewordenen Stellen gelb färben, indem man eine Lösung von essigsaurem Blei hindurchtreibt, und darauf eine Lösung von chromsaurem Kali folgen läßt, wodurch in den Poren des Zeuges chromsaures Bleioxyd gebildet wird. Solche Pressen heißen **discharging presses**.

16. Anwendung des Luftdrucks in Zuckerraffinerien.

Ist Rohzucker stark gefärbt, schmierig, fett, so unterzieht man denselben vor dem Auflösen und Klären einer besonderen Vorbereitung, dem Schmelzen. Man rührt denselben mit wenig Wasser an, läßt ihn bei gelinder Wärme zergehen, kühlt und füllt ihn sodann auf Formen, worauf die Melasse zum größten Theil abläuft.

Statt des Schmelzens lehrte Hague vor etwa 20 Jahren den angefeuchteten Zucker über einer fein gelochten Platte ausbreiten und unter derselben einen luftleeren Raum erzeugen, wodurch die Melasse abfließt. In gleicher Art kann auch das Abfließen des Syrups aus den Zuckerbroden bei dem sogenannten Decken befördert werden. Man setzt die Formen mit ihren Spitzen in die mit Kautschuk gedichteten Löcher eines luftdicht geschlossenen Syrupbehälters, und verbindet letztern mit der Luftpumpe. Die Dichtung mittelst Federharz soll bewirken, daß die ungleich gestalteten Formen fest an die Löcher anschließen. Wird nun Decksyrup auf die Brode gegeben, so drückt der Luftdruck die Flüssigkeit durch die Zuckerbrode hindurch und befördert die Operation bedeutend.

17. Das Färben im luftverdünnten Raume.

Die Färbekunst hat zum Zwecke, die zu färbenden Körper dergestalt mit Farbestoffen zu imprägniren, daß letztere weder durch den Gebrauch, noch durch Färben und Waschen von den gefärbten Körpern getrennt werden. Um dieses zu ermöglichen, muß in den Poren der zu färbenden Körper der bezweckte farbige Niederschlag erzeugt werden, weßhalb man pulverförmige unlösbare Farbestoffe zum Färben nicht

gebrauchen kann, weil diese sich dem Zeuge nur mechanisch anhängen und nachher leicht abfallen würden. Man bedient sich daher fast immer zweier Körper zum Färben, eines Salzes und eines Farbestoffes, welche zusammen einen farbigen Niederschlag in den Poren des Zeuges oder des zu färbenden Körpers überhaupt bilden. Nur bei substantiven Farben genügt es, diese allein ohne Mitwirkung eines Metallsalzes zu benutzen, weil diese schon durch den Sauerstoff der Luft aus dem auflöslichen Zustande in den unauflöslichen pulverförmigen übergeführt werden, wie es z. B. mit dem Indigo der Fall ist.

Nun enthalten fast sämmtliche Faserstoffe, die zu Zeugen 2c. benutzt werden, im Inneren eine der Länge nach fortlaufende hohle Röhre, die entweder von Natur, wie bei Schafwolle, oder doch durch die nachherige Verarbeitung zu Garnen oder Geweben an einem Ende geschlossen sind. — Diese nun werden zwar durchs Erwärmen des Farbebades erweitert, allein es ist einleuchtend, daß die in Folge dessen eindringende Färbebrühe die Luft in diesen Röhren nur zusammendrängt, weil sie an dem andern Ende der Luft keinen Abzug gestatten. Es liegt daher auf der Hand, daß die Farbe nicht so vollkommen eindringen, oder mit andern Worten, daß nicht so schön und echt auf diesem Wege gefärbt werden kann, als wenn man zuvor die Luft aus den zu färbenden Stoffen entfernte. Einen Beleg für das Gesagte liefert alles im Stücke gefärbte wollene Tuch, welches stets einen mehr oder weniger deutlich erkennbaren weißen Schnitt hat. Dieses ist vorzüglich darin begründet, daß die Haarröhrchen der Wolle durch die vielfachen Verschlingungen bei der Verarbeitung zu Tuch, dem Zugange der Farbebrühe ungleich größere Hindernisse entgegenstellen als bloße Wolle. Es ist anzunehmen, daß im Stücke gefärbtes Tuch viel besser ausfallen würde, wenn man sich dabei des luftleeren Raumes bediente. Aber nicht allein bei diesem, sondern auch bei allen übrigen zu färbenden Stoffen würde sich ohne Frage ein ungleich günstigeres Resultat herausstellen, wenn man solchen vorher die in ihren Poren enthaltene Luft auszöge.

Das Verfahren hierzu ist ziemlich einfach und für den rationellen Arbeiter leicht aus den bisherigen Angaben abzuleiten. Man stelle z. B. zwei Kessel neben einander, von

denen der, welcher die zu färbende Waare aufnimmt, luftdicht verschließbar ist, und verbinde solche mittelst einer Röhre, die durch einen Hahn verschließbar ist. Während man in dem zweiten Kessel das Farbebad bereitet, pumpt man vermittelst einer Saugpumpe aus ersterem die Luft aus, öffnet dann den Hahn der Verbindungsröhre, worauf die Farbebrühe herzuströmt und die luftleeren Poren der zu färbenden Gegenstände gleichmäßig und vollständig durchdringt.

Was den Kostenpunkt dieses Verfahrens, gegenüber dem gewöhnlichen, anlangt, so läßt sich annehmen, daß der Vortheil sich auf Seite des neuen neigen wird, indem dabei ohne Zweifel das bisher, namentlich bei Wolle, erforderlich gewesene längere Kochen in der Beize sowohl als im Farbebade als unnöthig erscheinen dürfte, wenn man natürlich gleich das Farbebad in einem der zu erzielenden Farbe angemessenen Concentrationsgrade anwendet. Daß hierbei aber bedeutend an Brennmaterial gespart werden würde, ist einleuchtend genug, um zu der Annahme zu berechtigen, daß das Färben im luftverdünnten Raume die Kosten des Farbenprocesses nicht vermehrt, sondern im Gegentheil vermindert.

18. Vortheile der Luftverdünnung bei Imprägnationen.

Schon oben sind die Vortheile der Luftverdünnung beim Anfeuchten und Leimen des Papiers ausführlich nachgewiesen und dadurch der Beweis geliefert, daß die Anwendung der Luftleere bei allen Imprägnationen den vorgesteckten Zweck ungleich vollkommner erreichen läßt. Die Körper so wie die Flüssigkeiten, mit denen sie geschwängert werden sollen, mögen übrigens sein, welcher Art sie wollen, immer werden die Vortheile der Luftverdünnung dieselben bleiben.

Bei der Conservation des Holzes, oder beim Schwängern desselben mit conservirenden Salzlösungen, beim Einsalzen, Einfetten, kurz bei allen hierher gehörenden Operationen wird es sich in gleichem Grade zweckmäßig erweisen.

19. Beschleunigung des Gerbeprocesses durch Luftverdünnung.

Die Anwendung des luftverdünnten Raumes zur Beschleunigung des Gerbprocesses ist zuerst von Knowlys und Duesbury empfohlen, wahrscheinlich bisher aber nicht in

der empfohlenen Art zur Anwendung gekommen, obgleich die Vortheile derselben in die Augen springen.

20. Der Centrifugal-Ventilator.

Wird eine Welle, auf welcher Flügel befestigt sind, in einer genau an letztere anschließenden Trommel in raschen Umschwung gesetzt, so strömt die Luft von der Mitte, wo die Umschwungsgeschwindigkeiten im Minimum, nach der Peripherie der Trommel, wo dieselbe ein Maximum bildet. Ist nun an einer Stelle des Mantels eine Oeffnung, so wird die Luft durch dieselbe mit bedeutender Kraft ausgestoßen, während durch eine in der Mitte der Trommel einmündende Röhre Luft angesogen und der Trommel zugeführt wird.

Eine solche Vorrichtung wurde 1735 von Desaguillers unter dem Namen Centrifugal-Ventilator beschrieben, obschon sie bereits längst bekannt und namentlich zur Beförderung des Wetterwechsels in Gruben angewendet war und Wetterfächer, Wetterrad oder Wettertrommel genannt wurde. Derselbe ist auch hin und wieder mit luftdichten Pfannen verbunden worden, um Luft und Dämpfe abzuführen.

21. Der Exhaustor.

Im Jahre 1794 wendete Montgolfier den vorhin beschriebenen Centrifugal-Ventilator zur Eindickung von Pflanzensäften an. Das Verdampfen einer Flüssigkeit wird nämlich durch Vergrößerung der Oberfläche derselben, so wie durch eine starke Bewegung der Luft wesentlich befördert. Deßhalb ließ derselbe die zu verdunstende Flüssigkeit aus einem Gefäß mit fein gelochtem Boden, in Tropfen zertheilt, herabfließen und sich über darunter angebrachte Reiser, herabhängende Bandstreifen oder Schnüre verbreiten, während sich ein Luftstrom in entgegengesetzter Richtung von unten nach oben bewegte. Diesen brachte er durch einen Ventilator hervor, welchen er auf den Apparat gestellt und so mit letzterem verbunden hatte, daß er die Luft aus demselben ansaugen mußte. Er nannte diesen Apparat Exhaustor.

22. Anwendung des Centrifugal-Ventilators beim Zubereiten der Baumwolle und als continuirliche Blasemaschine.

Der beschriebene Ventilator ist im Laufe der Zeit zu

mancherlei Zwecken benutzt, z. B. bei den Baumwoll-Schlage- und Reinigungs-Maschinen, bei Feuerungsanlagen, um den zum raschen Verbrennen des Brennmaterials nöthigen Zug zu erzeugen. Der in sehr schnellen Umschwung gesetzte Ventilator saugt den Rauch aus der Feuerung und treibt denselben in den Schornstein, während frische Luft, durch den mit glühenden Kohlen bedeckten Rost einströmend, den leeren Raum ausfüllt.

23. Desselben Nutzen in Nähnadelfabriken.

Das Schleifen der Nähnadelschäfte war bisher eine für die Gesundheit der damit beschäftigten Arbeiter höchst nachtheilige Manipulation; die feinen Stahl- und Steintheilchen, welche, in der Luft schwebend, eingeathmet wurden, erzeugten Lungenknoten und die Leute starben an der Schwindsucht. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, wurde Mancherlei versucht, bis ein Mittel gelang.

Der große Schleifstein wird in eine Trommel eingeschlossen, welche vorn in dem Mantel eine kleine Querspalte hat, hinlänglich weit, damit der Schleifer die Schäfte hindurchstecken und an den Stein anhalten kann. Ueber der Spalte ist eine Glastafel in den Mantel der Trommel eingesetzt, durch welche der Arbeiter nach den Schäften sehen kann. An der Rückseite der Trommel führt aus derselben ein Rohr nach einem Ventilator, welcher die mit Staub geschwängerte Lufe einsaugt und entweder in den Schornstein oder ins Freie leitet.

Eine solche Vorrichtung wurde von dem Fabrikant Pastor in Burtscheid bei Aachen im Jahre 1831 eingerichtet und hat sich vollkommen bewährt, so daß sie in allen Nähnadelfabriken dortiger Gegend eingeführt wurde. Dem Erbauer votirte der Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen eine goldene Denkmünze und brachte den Apparat durch seine Verhandlungen zur öffentlichen Kenntniß.

24. Ueber die Centrifugal-Trockenmaschine und das Trocknen überhaupt.

Bei manchen Fabrikationen ist das Trocknen der dargestellten Produkte eine der weitläufigsten und langwierigsten Operationen, die wegen der öfters wechselnden Witterungsverhältnisse und der davon abhängigen Temperatur und Tro-

ckenheit der Luft so bedeutenden Schwankungen ausgesetzt ist, daß man überall, wo das Trocknen nothwendig beschleunigt werden muß, darauf eingerichtet ist, solches unter Anwendung künstlicher Wärme in geschlossenen Räumen vornehmen zu können. Das Gesagte bestätigt sich besonders in Kattunfabriken, wo ein und derselbe Stoff meistens mehrmals wieder getrocknet werden muß; auch Bleiweiß- und Farbenfabriken 2c. macht das Trocknen ihrer Produkte große Schwierigkeiten.

Man kann das Trocknen oder die Entfernung des Wassers aus den Körpern auf verschiedene Weise befördern. — Die hierzu dienenden Mittel müssen nach der Beschaffenheit des zu trocknenden Körpers verschieden sein und lassen sich in folgende zusammenfassen:

1) Entziehung durch Wasser anziehende trockne, meistens poröse Körper.

2) Auspressen des übermäßigen Wassergehaltes.

3) Beförderung desselben durch Temperaturerhöhung und besonders durch steten Luftwechsel, wodurch die feuchte Luft ab- und trockne zugeführt wird.

Das Auspressen geschieht unter Rücksicht auf die Beschaffenheit der Stoffe mit Anwendung einer kräftigen Presse, wodurch die Poren der ersteren zusammengedrückt und die anhängenden Wassertheilchen entfernt werden. Es ist bei gewebten Stoffen sowohl, als bei pulverförmigen anwendbar, letztere müssen natürlich zuvor mit Leinwand umhüllt werden.

Unter denjenigen Körpern, welche viel Wasser ansaugen und durch ihre Anwendung keine Kosten verursachen, empfehlen sich besonders frisch gebrannte Ziegel-, oder Barnsteine. Man belegt sie mit Leinwand, bringt den nassen Stoff darauf, bedeckt ihn wieder mit Leinen und dieses abermals mit einer Schicht frischer Steine. Besonders hierher gehörig ist die Beförderung des Trocknens unter Anwendung der Luftverdünnung und dadurch bedingten steten Luftwechsels. Diese Wirkungen finden sich vereinigt in der Centrifugaltrockenmaschine, welche 1836 von Pentzoldt angegeben und in Berlin von Burckhard und Gropius verfertigt werden. Es sind durchlöcherte Cylinder, in welche die zu trocknende Waare gelegt wird und welche dann 2500 Mal in der Minute umgedreht werden, wobei das Wasser

in 5 bis 10 Minuten ausgetrieben ist, so daß sie nun in sehr kurzer Zeit vollkommen trocken werden.

Langton legte luftdichte Kammern an, um in denselben Holz zu trocknen, namentlich für musikalische Instrumente.

25. Ventilatoren.

Bei sehr vielen industriellen Beschäftigungen der Menschen entwickeln sich eine Menge schädlicher Luftarten, deren baldige Fortschaffung nothwendig ist, wenn die Gesundheit der Arbeiter erhalten werden soll. Dieses findet namentlich statt: in Bergwerken, in den Werkstätten der Vergolder, in Wollen- und Baumwollenmanufakturen, Laboratorien, ja selbst in solchen Räumen, wo eine große Masse von Menschen auf einmal anwesend ist und durch das Athmen und die Ausdünstung die Luft verdirbt, wie in Schauspielhäusern, Krankenhäusern.

Außer der Abführung schädlicher Gasarten kann dadurch auch nur eine fortwährende Entfernung feuchter und Zuführung trockner Luft bezweckt werden, wie in den Trockenkammern der Kattunfabriken ꝛc. Die Vorrichtungen, wodurch sich der in Rede stehende Zweck erreichen läßt, sind verschieden; immer aber wird dabei durch mechanische Mittel oder durch Wärme ein luftverdünnter Raum erzeugt, in welchen man die verdorbene Luft einströmen läßt, während andererseits frische Luft zuströmt. Die ausgezeichneten Wirkungen des Centrifugal-Ventilators sind bereits oben angegeben, und verweisen wir auf das dort Gesagte zurück.

Der Harzer Wettersatz ist eine Luftverdünnungsmaschine, die wie eine Saugpumpe wirkt. In einem großen, mit Wasser gefüllten, recht dichten Fasse geht ein anderes umgekehrtes Faß so hinein, daß, wenn es darin auf- und niedergezogen wird, sein Rand doch nie über die Oberfläche des Wassers kommt, sondern vom Wasser gesperrt bleibt. Der Boden oder eigentlich Deckel dieses umgekehrten Fasses enthält ein Ventil, das aufwärts sich öffnet. Aus der Grube des Bergwerkes hinaus, worin die verdorbene Luft sich befindet, wird eine geräumige Röhre wasserdicht durch den Boden des aufrecht stehenden Fasses bis nahe an die Oberfläche des Wassers geführt. Die oberste Mündung dieser Röhre enthält ebenfalls ein aufwärts sich öffnendes

Ventil. Liegt nun der Deckel des umgekehrten Fasses auf der Wasseroberfläche, und wird er durch irgend eine Maschinerie in die Höhe gezogen, so entsteht hinter ihm ein großer luftleerer Raum, welcher sogleich durch die aus der Grube in die Höhe steigende verdorbene Luft ausgefüllt wird. Drückt man dasselbe Faß nieder, so drängt sich diese Luft zu dem Ventile des Deckels hinaus. Steht nun die Grube, welche durch ein solches Pumpen ihre verdorbene Luft verliert, vermittelst einer besonderen Röhre mit der reinen atmosphärischen Luft in Verbindung, so dringt diese von oben in die luftverdünnte Grube hinein.

In geheizten Trockenräumen muß zur Abführung der feuchten Luft an einer dem Ofen gegenüber liegenden Seite ein Abzugscanal angebracht sein, welcher über dem Fußboden einmündet, weil, wenn die Abführung an der Decke des Zimmers stattfände, nur warme Luft entweichen würde. An die Oeffnung über dem Fuß wird dann ein etwa 1 bis 2 Fuß langer Canal angemauert, dem man dann schornsteinförmig einen senkrechten aufsetzt. Hierdurch wird, in Folge der oben mehrfach ausgesprochenen Gesetze, der Luftzug befördert, indem durch die in dem senkrechten Canale sich ansammelnde verdünnte warme Luft, der Gegendruck vermehrt wird, was bei einer bloßen Oeffnung nicht der Fall sein würde. Ist der Zug dann noch nicht stark genug, so muß der Abzugscanal auch noch geheizt werden, oder man kann ihn mit einem Centrifugal-Ventilator in Verbindung bringen.

Soll in einem Keller oder kalten Zimmer A Fig. 7. Taf. V. die Luft gereinigt werden, so hat man nur zwei Röhren a b und c d anzubringen. Erstere wird durch ein Kohlenfeuer, welches auf einem Roste brennt, erwärmt, und dadurch die in derselben befindliche Luftsäule verdünnt und specifisch leichter als die Luftsäule der Röhre c d, welche über dem Boden des Locals einmündet, in Folge dessen ein continuirlicher Luftzug stattfinden wird. Ist das Lokal ohnehin geheizt, so braucht die Röhre a b nicht erwärmt zu werden.

Ein für specielle Fälle, z. B. beim Farbenreiben oder Vergolden sehr geeigneter Ventilator ist in Fig. 5. Taf. VI. abgebildet. Ueber dem Farbenstein f befindet sich in einer, ungefähr mit dem Kopfe des Arbeiters gleichen Höhe ein

Trichter a von Blech. Dieser Trichter geht von da, wie der Rauchfang über einem Herde, in die Höhe. Von dem Tische, worauf der Reibstein f liegt, ist der untere Rand jenes Trichters nur so weit entfernt, daß der Arbeiter seine Arme nach dem Reibsteine ordentlich hinbringen kann. Die eine Seitenwand e des Trichters besteht aus einer Glastafel, oder enthält noch eine Glasscheibe, durch welche der Arbeiter auf den Reibstein sehen und den Fortgang seiner Arbeit beobachten kann. Der Trichter endigt sich in eine eiserne, krumm gebogene Röhre b, welche mit einer anderen ähnlichen, aber weiteren eisernen Röhre c d zusammenhängt, die einen Ofen bildet. Dieser Ofen verläuft sich in eine engere Röhre, welche in die freie Luft ausmündet. Bei o kann man auf einem Rost Feuer anzünden, wodurch in Folge der dadurch bewirkten Luftverdünnung ein steter Luftzug von unten nach oben stattfindet und die Farbendünste genöthigt werden, rasch in dem Trichter hinauf zu steigen, ohne sich nach den Seiten hin ausbreiten zu können. Geht zugleich ein luftdichter Schirm vom Boden des Zimmers an, fast bis an den Reibstein, in die Höhe, und hat dieser Schirm unten am Boden ein Loch, so wird auch aus der Stube der Dunst beständig abgeführt und in den Trichter hinauf getrieben.

Nach den bisher aufgestellten Grundsätzen lassen sich leicht noch eine Anzahl verschiedener anderer Ventilatoren construiren; auch ist es ersichtlich, daß ein großer viereckiger Blasebalg unter Umständen mit Vortheil zum Aufsaugen der verdorbenen Luft dienen kann.

26. Von den Gebläsen.

Mit diesem Namen belegt man mechanische Vorrichtungen verschiedener Art, welche dazu bestimmt sind, dem Feuer Luft zuzuführen und solches dadurch zu verstärken, und einen möglichst hohen Hitzgrad hervorzubringen. Bei allen zu diesem Zwecke dienenden Apparaten wird durch Zurückziehen eines festen Körpers und unter Mitwirkung von Ventilen ein luftleerer Raum erzeugt, welcher durch den atmosphärischen Druck wieder ausgefüllt wird, weßhalb dieselben hieher gehören.

Die vorzüglichsten Gebläse sind:

1) hölzerne und lederne Blasebälge, im Großen Balggebläse;

2) Kastengebläse;

3) Cylindergebläse;

4) Kettengebläse, bei denen eine Kette ohne Ende, woran rosenkranzartig, in gewissen Entfernungen von einander Kugeln oder Scheiben sitzen, mittelst Rollen und Scheiben durch Wasser und von da durch schräg liegende Röhren oder Canäle gezogen wird; die dadurch zugleich mit hineingezwängte Luft wird in einem eigenen Gefäße verdichtet, von wo aus die Blaseröhre ins Feuer geht.

5) Baaders hydrostatisches Gebläse ist ganz dem oben beschriebenen Härzer Wettersatze ähnlich.

6) Wassertrommeln, bei welchen die Luft durch den Fall des Wassers in senkrechten Röhren mit fortgerissen wird.

Die Blasebälge oder Balggebläse sind zu allgemein bekannt, als daß darüber etwas zu sagen wäre.

Die Kastengebläse bestehen aus hohen quadratischen Kasten, in denen eine Tafel statt eines Kolbens auf- und nieder bewegt wird.

Am gebräuchlichsten in großen Anstalten ist gegenwärtig das Cylindergebläse, welches einen kräftigen und ununterbrochenen Luftstrom giebt. Es ist in Fig. 6. Taf. V. abgebildet und hat folgende Einrichtung. In einem gußeisernen, weiten, ausgeschliffenen Cylinder **A** läßt sich an einer starken eisernen Stange ein an die inneren Cylinderwände genau anschließender Kolben auf und nieder bewegen. Dieser Kolben hat ein oder zwei aufwärts sich öffnende Ventile **b b**, auch der Boden des Kolbens hat ein Ventil **a**, welches von Außen nach Innen aufgeht. Die Kolbenstange geht luftdicht durch die Mitte des Deckels des Cylinders, oder durch eine daselbst angebrachte Stopfbüchse. Mit dem Deckel des Cylinders ist das eiserne Gefäß **B**, der Regulator verbunden, in welchem ein sogenannter schwebender Kolben sich befindet, dessen Stange möglichst lufdicht durch die Mitte des Deckels dieses Gefäßes geht. An derselben Stange befindet sich eine Kette, die über ein Paar Rollen **a a** geschlagen ist, und jenseits der zweiten Rolle ein Gegengewicht enthält. Dieses Gegengewicht kann so eingerichtet werden, daß der schwebende Kolben damit balancirt, oder

auch darüber mehr oder weniger Uebergewicht hat. Letzteres muß der Fall sein, wenn derselbe Kolben eine drückende Kraft auf die unter ihm befindliche Luft ausüben soll. Gesetzt nun, der Kolben des Cylinders A befände sich nahe am Boden desselben und wird in die Höhe gezogen, so entsteht unter ihm ein leerer Raum, in welchen die äußere Luft durch die Ventilöffnung a sogleich eindringt. Wird er hinunter gestoßen, so drängt sich die zwischen ihm und dem Boden a befindliche Luft durch die Ventilöffnungen b b hindurch und begiebt sich über ihn. Zieht man ihn zum zweiten Male in die Höhe, so entsteht nicht bloß wieder unter ihm der luftleere Raum, in welchen die äußere Luft eindringt, sondern er schiebt dann zugleich die über ihm befindliche Luft durch die Ventilöffnung c in den Regulator B hinein, wo sie unter dem schwebenden Kolben stehen bleibt.

Diese Wirkungen wiederholen sich beim jedesmaligen Auf- und Niederziehen des Kolbens, wodurch die Luft in dem Regulator mehr und mehr verdichtet und von dem darin schwebenden Kolben vermöge seines Uebergewichts in einem ununterbrochenen Strome in die Feuerung des Ofens gedrückt wird.

Ueber die continuirliche Blasemaschine, welche der Verfasser mit gutem Erfolge beim Betriebe eines Kupolofens in einer Eisengießerei benutzen sah, sehe man den Artikel über den Centrifugal-Ventilator.

27. Eisbildung im luftleeren Raume.

So wie bei der Verdichtung der Luft Wärme entsteht, so erscheint bei ihrer schnellen Verdünnung Kälte, während des Auspumpens der Luft fällt das darin befindliche Thermometer um mehrere Grade. Gay-Lussac ließ stark verdichtete Luft aus einem Ballon in einen andern gleich großen, luftleer gepumpten Ballon überströmen und bemerkte, daß das Thermometer in dem zweiten um eben so viele Grade stieg, als es in dem ersten fiel.

Bei dem schnellen Entladen einer Windbüchse entsteht deßhalb häufig Eis an der Mündung. Diese Kälte kann dadurch bedeutend vermehrt werden, daß man leicht verdunstende Flüssigkeiten unter die Glocke bringt, die darin schnell verdampfen und dabei wie bekannt Wärmestoff binden. Da

sich hierbei Dämpfe bilden, welche alsbald die ganze Glocke füllen und die weitere Verdunstung aufheben würden, so bringt man gleichzeitig ein Gefäß mit einem hygroskopischen Körper, Schwefelsäure, hinein, wodurch die Wasserdämpfe begierig verschluckt und die Verdampfung stetig unterhalten wird. Das Wasser wird allmählich bis unter den Gefrierpunkt abgekühlt und es entsteht Eis.

Dieses merkwürdige Verfahren, Eis zu erzeugen, wurde von Leslie angegeben, und es gestattet um so mehr eine praktische Anwendung, da man nur anfangs die Luft gehörig zu verdünnen braucht. Die Verdampfung erfolgt nach und nach, und nimmt in dem Grade ab, wie die Temperatur sinkt. Die größeste Kälte, die man bisher durch Verdampfen von Wasser in dem entleerten Recipienten der Luftpumpe nach Leslie hervorgebracht hat, erreichte — 32° R. Durch Verdampfen von Schwefelalkohol brachte Marcet eine Kälte von — 50° R. hervor. Ein Strahl von flüssiger Kohlensäure, auf ein Weingeistthermometer geleitet, bringt dieses auf — 120° R. herunter. Die Kälte, welche man durch ein Gemisch von Aether und flüssiger Kohlensäure erhält, ist noch viel größer, denn man kann durch einen solchen Strahl in wenigen Sekunden beinahe 3 Loth Quecksilber zum Gefrieren bringen.

28. Abdampfung ohne Feuer.

Das im vorigen Artikel beschriebene Verfahren zu künstlicher Eisbildung läßt sich auch zum Abdampfen von Flüssigkeiten ohne Anwendung von Brennmaterial benutzen, indem in einem vollkommenen luftleeren, und luftleer bleibenden Raume selbst eiskaltes Wasser sieden und verdampfen muß. Es ist dieses Verfahren ganz besonders empfehlenswerth bei der Darstellung von Extracten aus solchen Pflanzenstoffen, welche durch Einwirkung der Wärme und des Sauerstoffs der Luft leicht zersetzt werden, und insofern kostenlos als die durch Wasser verdünnte Schwefelsäure am Werthe nichts verloren hat, da sie zu den meisten Anwendungen ohnehin zuvor verdünnt wird.

Damit die Flüssigkeit nicht zum Gefrieren kommt, müßte man die Luft nicht so stark verdünnen, oder den Hahn des Recipienten öffnen und die Luft aufs Neue auspumpen. Auch dürfte es genügen, solche in Gefäße zu gießen, welche

die Wärme gut leiten und dann unmittelbar dicht über dem Gefäße mit Schwefelsäure aufstellen. Bei der Vermischung der letzteren mit Wasser wird bekanntlich stets Wärme entbunden, welche sich den, die abzudampfenden Flüssigkeiten enthaltenden, Gefäßen mittheilen würde. Man müßte solche daher in Porzellangefäßen, oder Metallschälchen eindampfen.

Bringt man Fleisch nebst Vitriol unter die Glocke der Luftpumpe, so trocknet es in kurzer Zeit, ohne sonst zu leiden, so weit aus, daß es sich dann Monate lang, ohne zu verderben, aufbewahren läßt. Nach Gay-Lussac wurde dasselbe dabei weder lederartig noch zähe, ließ sich gut schneiden und lieferte, nach einigen Monaten gekocht, eine angenehm schmeckende Brühe.

29. Das Abdampfen im luftverdünnten Raume.

Die Luft verzögert das Sieden und Verdampfen der Flüssigkeiten; ihr Druck bedingt, daß letztere nicht eher sieden, als bis die im Inneren sich erzeugenden Dämpfe eine etwas größere Spannung erlangt haben als die der umgebenden Luft, um sowohl dem Druck dieser, als auch der über den Dämpfen lastenden Flüssigkeitssäule das Gleichgewicht zu halten, oder beide selbst zu übertreffen. Hieraus wird erklärlich, weßhalb der Siedepunkt einer Flüssigkeit nach dem Barometerstande veränderlich ist, bei größerer Spannung der Luft etwas höher, bei geringerem Luftdruck etwas niedriger liegt, weßhalb in Gefäßen, in welchen die Flüssigkeit $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß hoch über dem Boden derselben steht, das Sieden erschwert; dagegen in flachen, wo die Flüssigkeitsschicht nur einige Zoll beträgt, das Sieden erleichtert ist. Der Siedepunkt des Wassers ist daher nach der Höhe der Oerter, wo das Sieden vorgenommen wird, sehr verschieden; auf hohen Bergen, wo die Luft bedeutend dünner ist als in Ebenen oder Thälern, kocht Wasser bei einer niederen Temperatur als 80° R., weßhalb man auf denselben Fleisch nicht gar kochen kann; in einem Raume, wo die Spannung der Luft = 2 Linien ist, siedet es schon bei + 8° R.

Diese Beobachtungen gaben Veranlassung, das Abdampfen und Kochen in bedeckten Pfannen und Kesseln, in welchen auf irgend eine Weise die Luft verdünnt wurde, zu versuchen. Man hatte dabei nicht allein den Zweck, bei

einer niedrigeren Temperatur, also ohne Gefahr einer durch höhere Wärme etwa bedingten Zersetzung, das Sieden zu vollbringen, sondern auch den schädlichen Einfluß des Sauerstoffs der Luft zu beseitigen. Endlich glaubten auch Manche dadurch direkt an Brennmaterial zu ersparen, daß die Temperatur, bei welcher Flüssigkeiten im Vacuum sieden, niedriger ist als im luftverdünnten Raume. Dieses ist aber in der Hauptsache ein Irrthum. Durch Versuche ist nämlich erwiesen, daß die Summe der sensibelen und latenten Wärme im Dampfe für alle Temperaturen eine constante Größe ist.

Siedet z. B. Wasser bei 100° C., so beträgt die latente Wärme des gebildeten Dampfes 540; es ist also die Summe der sensibelen Wärme 100 + der latenten 540 = 640°. Wenn aber Wasser im Vacuum bei 40° C. kocht, so enthalten die erzeugten Dämpfe 600° latente Wärme, so daß die Summe beider 40 × 600 = 640 beträgt. In dem Maße also die sensibele Wärme in den Dämpfen zunimmt, nimmt dagegen die latente ab und umgekehrt. Hieraus folgt, daß wenn eine Flüssigkeit bei einem niedrigeren Temperaturgrad siedet, hinsichts der zur Dampfbildung erforderlichen Wärmemenge keine Ersparung an Brennmaterial eintritt.

Einzig und allein wird nur dadurch etwas erspart, daß die Flüssigkeit an sich nur auf einen niedrigeren Temperaturgrad gebracht zu werden braucht, als dieses in offenen Geräthen erforderlich ist; dagegen wird an Zeit gewonnen, indem die sich bildenden Dämpfe stets sogleich entfernt werden, als sie sich bilden, wodurch der dampfleere Raum stetig unterhalten wird. Uebrigens sind auch die Vortheile, welche das Verdunsten im luftleeren Raume gewährt, ohnehin groß genug, um dasselbe immer mehr und mehr in den Gewerben beachtet zu sehen. Besonders empfiehlt es sich beim Abdampfen solcher organischer Substanzen, Extracten, Farbebrühen rc., welche durch den Sauerstoff der Luft oder durch große Hitze, oder durch beide zugleich zersetzt oder nachtheilig verändert werden; welche beim Annehmen einer größeren Consistenz leicht anbrennen u. s. w.

30. Apparat zum Abdampfen im luftleeren Raume.

Ein solcher ist in Fig. 1. Taf. VI. abgebildet. **A** ist

ein kugelförmiger Abdampfkessel, der durch Dampf geheizt wird und dessen untere Hälfte zu dem Ende mit einem Mantel umgeben ist, in welchen durch die Röhre h Dampf aus einem Dampfkessel geleitet wird. Die mit einem Hahn versehene Röhre i dient dazu, das in dem Mantel verdichtete Wasser von Zeit zu Zeit abzulassen. Der Verdampfungskessel A selbst ist mit mehreren Oeffnungen versehen. Eine derselben von ziemlich großem Durchmesser ist durch eine aufgeschraubte Platte c geschlossen und dient zum Reinigen des Kessels, weßhalb die Oeffnung groß genug sein muß, um mit der Hand hindurch kommen zu können. Das mit einem Hahn versehene Rohr b macht außen einen Bogen und endigt sich mit dem abwärts gekehrten Ende in einen Behälter, worin die abzudampfende Flüssigkeit vorräthig gehalten wird, welche durch dieses Rohr b bei Oeffnung des Hahns in den Verdampfungskessel gesogen wird. Die Glasröhre H zeigt die Höhe der Flüssigkeit im Kessel an. Von dem oberen Ende des Kessels geht die mit dem Hahn C versehene Dampfröhre nach einem Kühlapparate E, während das untere Ende mit einer Röhre a zum Ablassen der von der Verdunstung rückständigen Flüssigkeit ausgestattet ist. Der Kühlapparat E besteht aus einem System mit einander verbundener, dünner kupferner Röhren von etwa 1 Zoll Weite, oder auch aus einem gewöhnlichen Schlangenrohr, in welches der Dampf aus der oberen Dampfröhre einströmt. Das untere Ende des Kühlrohrs steht durch ein kurzes, mit einem Hahn f versehenes Rohr mit dem Condensator F in Verbindung, welcher ganz luftdicht verschlossen und in einem Behälter G angebracht ist. Die Röhre g dient zum Ablassen des in den Condensator angesammelten Wassers, die Röhre k dagegen steht mit dem Hauptdampfkessel, welcher auch die Heizung des Gefäßes A bewirkt, in Verbindung. Sämmtliche Theile dieses Apparats müssen also luftdicht schließen.

Das Wesentliche bei der Sache liegt nun darin, den ganzen Apparat luftleer zu machen, zu welchem Ende man eine kurze Zeit lang Wasserdampf durch ihn hindurch treibt, welcher alle Luft mit fortnimmt, worauf man alle Oeffnungen schließt und das Kühlfaß E so wie den Behälter G mit kaltem Wasser füllt. Der Dampf verdichtet sich nun größtentheils zu Wasser und bewirkt so einen fast leeren Raum.

Bei der Arbeit geht man folgendermaßen zu Werke: Man öffnet zuerst die Hähne a f g und k, durch den letztern füllt sich der ganze Apparat mit Dampf, während die Luft aus den Röhren g und a entweicht. Während dieses Durchleitens von Dampf darf noch kein kaltes Wasser in dem Kühlfaß und dem Behälter G sein. Ist die Luft ausgetrieben, so schließt man die Hähne g a und k, füllt E und G mit kaltem Wasser und öffnet die Röhre b, bis sich der Kessel A so weit, wie man für nöthig hält, mit Flüssigkeit gefüllt hat, worauf man sie wieder schließt. Durch Einleiten von Dampf in den Mantel wird nun A erhitzt und die Verdampfung, welche in dem leeren Raume bei sehr geringer Wärme vor sich geht, bewirkt. Die gebildeten Dämpfe gelangen in das Kühlrohr und den Condensator, werden hier verdichtet, und sammeln sich als flüssiges Wasser in dem letztern an. Da nun aber kalte wässerige Flüssigkeiten, mithin auch die in A eingefüllte abzudampfende Flüssigkeit, fast immer eine gewisse Menge Luft enthalten, welche sie beim Erhitzen im luftleeren Raum wieder fahren lassen, so sieht man leicht ein, zumal auch die vielen Hähne und übrigen Verbindungen selten so vollkommen luftdicht sind, wie vorausgesetzt wurde, sich nach und nach Luft in dem Apparate, besonders in dem Condensator ansammeln wird. Es ist daher unerläßlich, von Zeit zu Zeit, selbst während der Operation den Condensator luftleer zu machen. Man schließt zu dem Ende den Hahn f und öffnet die Hähne k und g, während man zugleich das Kühlwasser aus dem Behälter G abfließen läßt. Ist alles in dem Condensator befindliche Wasser und die Luft herausgeschafft, so schließt man k und g, öffnet f und läßt frisches Kühlwasser in G einlaufen, worauf die Operation mit erneuerter Kräftigkeit fortgeht.

Daß dieser Apparat, je nach den speciellen Zwecken, wozu man ihn bestimmt, z. B. zum Abdampfen und Concentriren von Extracten und anderen vegetabilischen Flüssigkeiten verschiedener Abänderungen fähig und bedürftig sein werde, ist klar. Das Gefäß A pflegt man innerlich zu verzinnen.

31. Die Vacuumpfannen der Zuckersiedereien.

Nachdem das Abdampfen im luftleeren Raume bereits zu andern Zwecken vielfach angewendet worden war, begann

der verdienstvolle Engländer Howard Zuckerklärsel in luftleeren Pfannen, vacuum pans, zu kochen und nahm darauf 1812 ein Patent. Der Apparat wurde nach dem Tode des Erfinders und nach Ablauf des Patents in England bekannt gemacht. Zum Betrieb der Pfannen wird entweder, wie bei der älteren Einrichtung, nur allein der Zwischenraum beider Böden mit Dampf von etwa $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Atmosphären Spannung erfüllt, oder man legt noch ein dreifaches Schlangenrohr in die Pfannen selbst, und leitet durch dasselbe Hochdruckdampf von 3 Atmosphären, während der Doppelboden nur Dampf von niederem Druck enthält. Ist Alles im guten Stande, so kann die leere Pfanne bis auf 1 Zoll Quecksilberstand ausgepumpt werden.

Bei $1\frac{1}{2}$ Zoll engl. Quecksilberstand beträgt die Siedetemperatur des Klärsels 30° R., bei 4 Zoll $52\frac{1}{2}$°, bei $5\frac{1}{2}$ Zoll 57° R. Bei den älteren, bloß im Boden geheizten Pfannen beträgt die Siedetemperatur gewöhnlich 54 — 55° R. Es muß daher der Zucker, so wie er aus der Vacuumpfanne abgelassen worden, bevor er in die Formen gefüllt werden kann, noch aufgewärmt werden, eine Operation, welche ziemlich viel Dampf und Zeit kostete. Wird aber die Pfanne mit Hochdruckdampf geheizt, so kann man bei einer geringeren Luftverdünnung doch schnell genug kochen, z. B. bei einer Temperatur von 65° R. und sodann ohne Vorwärmen sogleich zum Füllen schreiten, wodurch bedeutend an Zeit erspart wird.

Die Vortheile, welche durch einen solchen Apparat erreicht werden, sind, außer daß darin so leicht kein Anbrennen und Bräunen der Masse zu besorgen ist, folgende.

1) Durch Entfernung der Luft und Verminderung der Siedetemperatur wird weniger krystallisirbarer Zucker in unkrystallisirbaren oder Syrup verwandelt, folglich die Ausbeute an raffinirtem Zucker aus einer gegebenen Menge Rohzucker vermehrt, die Menge des Syrups vermindert. Wie viel Procente dadurch mehr gewonnen werden, läßt sich im Allgemeinen nicht angeben.

2) Die Qualität des Zuckers verbessert.

3) In einer gegebenen Zeit mehr Zucker gekocht als in offenen Pfannen über freiem Feuer, namentlich, wenn Hochdruckdampf angewendet wird. Gegen Kipppfannen leistet

der Howardsche ältere Apparat hinsichtlich des Verdampfens von Wasser in gleicher Zeit mindestens das Zweifache.

Auf Taf. IV. in Fig. 1 ist der Howardsche Apparat abgebildet. Der Dampfraum a von 5 Fuß im größten Durchmesser wird durch die Zuleitungsröhre b mit Dampf von 1½ Atmosphäre Druck gefüllt erhalten; c die Röhre zum Ablassen des Condensationswassers und der in dem Raume sich sammelnden atmosphärischen Luft; d e f drei getrennte, in der Pfanne liegende, spiralförmig gewundene Dampfröhren, deren jede durch eine besondere Zuleitungsröhre g mit Dampf von 4 bis 4½ Atmosphären Druck gespeist wird. Das in diesen Röhren sich condensirende Wasser wird durch die drei Röhren u u u der Abflußröhre c zugeführt. F das Ventil zum Ablassen des gekochten Zuckersaftes. Der weite Hals G ist mit einem luftdicht schließenden Deckel versehen, durch welchen nöthigenfalls der Zugang zu dem inneren Raum der Pfanne möglich wird. Ein kleines Ventil h dient dazu, nach Beendigung der Kochung Luft in den Apparat zu lassen, indem sonst die Flüssigkeit aus dem unteren Ventil nicht abfließen würde. Das weite Rohr i dient zur Aufnahme der etwa überkochenden Flüssigkeit, während der Dampf durch das Rohr k abzieht. Um jedoch ganz sicher zu sein, daß nicht etwa ein Theil der überkochenden Flüssigkeit von den Dämpfen fortgerissen werde, läßt man diese durch die mit einer Scheidewand versehene Erweiterung l streichen, in welcher sich alles Flüssige absetzt, und durch ein weites Glasrohr m in den Behälter i gelangt. Die Durchsichtigkeit des Glases macht es möglich, den Stand der Flüssigkeit in diesem Behälter zu erkennen, um sie zur rechten Zeit abzulassen, welches vermittelst des kugelförmigen Gefäßes n bewerkstelligt wird. Nachdem nämlich die Hähne o und p geschlossen worden, öffnet man den weiten Hahn q. Die Kugel füllt sich nun mit Flüssigkeit, während die in ihr enthaltene Luft in die Pfanne tritt, und bei dem fortgehenden Spiel der Luftpumpe mit fortgeschafft wird. Man schließt hierauf den Hahn q, öffnet aber o und p, worauf die Flüssigkeit durch o abfließt. r ein weiter Behälter von Gußeisen, zur Condensation des Dampfes. Derselbe enthält bei s ein kupfernes Sieb, auf welches durch die Röhre t kaltes Wasser geleitet wird. Der so entstehende, fortwährende Regen von kaltem Wasser bewirkt die Ver-

dichtung des Dampfes, und sowohl das Condensations- wie Infectionswasser wird nebst dem noch etwa unverdichtet gebliebenen Dampfe durch das geöffnete Ventil x und die Röhre y der Luft- und Wasserpumpe zugeführt. Der Hals der Vacuumpfannen ist mit einem cylindrischen Behälter v umgeben, welcher als Vorrathsgefäß dient, und aus welchem das, durch Berührung mit dem heißen Halse vorgewärmte Klärsel durch das Rohr n in die Pfanne gelassen wird.

32. Roth's Zuckersiede-Apparat zur Luftleereerzeugung mittelst Dampf.

Im Jahre 1830 construirte Roth in Paris einen ähnlichen Apparat, welcher auf Taf. III. abgebildet ist, und sich von dem vorigen dadurch unterscheidet, daß der leere Raum nicht durch eine Luftpumpe, sondern durch Condensation von Wasserdämpfen hervorgebracht wird. Er besteht im Allgemeinen aus zwei Theilen, der Vacuumpfanne A, und dem Verdichter B. Die Einrichtung der 6 Fuß im Durchmesser haltenden Vacuumpfanne stimmt im Wesentlichen mit der von Howard überein. Der Zwischenraum der unteren Böden a a dient zur Aufnahme von wenig gespanntem Wasserdampf, der durch das Rohr b einströmt. — Durch ein zweites Rohr c fließt das Condensationswasser in den Dampfkessel zurück. Das in der Pfanne liegende, spiralförmige Dampfrohr d d erhält durch das Rohr e den nöthigen Dampfzufluß, während das Condensationswasser durch das Rohr f in den Dampfkessel zurückfließt. Zur Unterstützung des Spiralrohres sind auf dem Boden der Pfanne 6 hölzerne Brücken g g angebracht. Die Linie h h bezeichnet den Rand der Zuckerlösung bei gefüllter Pfanne; k der große Hahn zum Ablassen des fertig eingedampften Zuckersyrups; l ein Behälter, aus welchem er durch ein Rohr in die Wärm- oder Kühlpfanne abfließt. Ein mit einem Hahn versehenes Rohr m, welches bis nahe auf den Boden eines hölzernen Behälters n n hinabreicht, dient zum Einbringen des Zuckersaftes in die Vacuumpfanne. Man braucht nämlich, nachdem die Pfanne luftleer gemacht worden, nur den Hahn der Röhre m zu öffnen, worauf der Zuckersaft sofort eingesogen wird; i ein Hahn in der obern Wölbung der Pfanne, um nach Beendigung einer Operation Luft in den Apparat zu lassen. o das Dampfrohr, durch welches vor

Anfang einer Kochung die Vacuumpfanne sowohl, wie der Verdichtungsapparat mit Wasserdampf gefüllt wird; p das von dem Dampfkessel auslaufende Hauptdampfrohr.

Der Verdichtungsapparat B ist von starkem Eisenblech von $6\frac{1}{2}$ Fuß im Durchmesser und gleicher Höhe. Der weite Hals desselben nimmt an der einen Seite das von der Vacuumpfanne herkommende Rohr q, an der gegenüberstehenden Seite das Kaltwasserrohr r auf, dessen anderes Ende in einer mit kaltem Wasser gefüllten Cysterne s steht. Zum Zwecke der vollständigen Verdichtung der aus der Vacuumpfanne während der Verdampfung zuströmenden Dämpfe enthält der Verdichter einen besonderen Apparat t t. Etwa 30 oder 40 aus Weidenruthen geflochtene, in der Mitte ein weites Loch enthaltende Scheiben sind über einander gelegt, so daß die Löcher einen Canal bilden, welcher als Fortsetzung der Röhre q zu betrachten, unten geschlossen ist. Der ganze Scheibenapparat wird durch vier hölzerne, von dem Halse des Verdichters herabreichende Stangen getragen. Das aus der Kaltwasserröhre einfließende Wasser gelangt zuerst in ein flaches Becken u mit durchlöchertem Boden, fließt von hier auf die Flechtwerke, träufelt von einem auf das andere herab, fällt in mehreren Strahlen durch den unteren Raum des Verdichters und sammelt sich auf dem Boden desselben an. Der aus der Vacuumpfanne einströmende Dampf ist genöthigt, seinen Weg durch die vielen Zwischenräume der Geflechte zu nehmen und wird dadurch verdichtet. Sollten indessen kleine Dampfmengen der Verdichtung entgehen, so werden sie in dem unteren Raume des Apparates durch die herabträufelnden Wasserstrahlen condensirt. Durch den Hahn v wird nach Beendigung der Operation das Wasser aus dem Condensator abgelassen. w ein Wasserstand; x ein Barometer, welches den Grad der Luftverdünnung anzeigt.

Die Arbeit mit diesem Apparat ist folgende: Nachdem sowohl die Vacuumpfanne, wie auch der Condensator entleert, und der Hahn k, so wie das Kaltwasserrohr geschlossen sind, öffnet man den Hahn des Dampfrohres o. Es beginnt nun ein sehr gewaltsames Einströmen von Dampf in die Vacuumpfanne, wodurch diese bis zur Temperatur des siedenden Wassers erhitzt und mit Dampf erfüllt wird. Die in der Pfanne enthaltene Luft mischt sich mit dem Dampf und wird beim ferneren gewaltsamen Hindurchstrei-

chen desselben allmählich mit in den Condensator übergeführt. Aber auch hier findet sie keinen bleibenden Aufenthalt, sondern entweicht mit dem fortwährend nachströmenden Dampfe, wodurch sehr bald auch der Condensator sich erhitzt, aus dem Hahne v. Wenn nun das Durchströmen des Dampfes aus diesem Hahne eine Weile fortgedauert hat, und man annehmen darf, daß alle Luft aus dem Apparate fortgejagt ist, schließt man das Dampfrohr o und öffnet dagegen das Kaltwasserrohr r. Es beginnt nun sofort das Einströmen von kaltem Wasser, es verdichtet sich der in dem Condensator enthaltene, so wie auch der aus der Vacuumpfanne nachströmende Dampf und in kurzer Zeit befindet sich der ganze Apparat, so weit dieses überhaupt unter den obwaltenden Umständen möglich ist, luft- und dampfleer, worauf man den Zuckersaft in die Pfanne bringt. Man öffnet zu dem Ende den Hahn der Röhre m, worauf das Einsaugen des Saftes beginnt. Sobald die zu einer Operation nöthige Menge eingeflossen ist, was man in dem Sinken des Niveaus in dem Behälter n n erkennt, schließt man die Röhre und beginnt nun mit dem Einleiten von Dampf in den doppelten Boden und das Spiralrohr der Pfanne, worauf die Abdampfung sofort beginnt. Mit einem Apparat von der angegebenen Dimension dauert eine Abdampfung von 400 Quart etwa 25 Minuten. Es werden zu den 400 Quart Saft etwa 2800 Quart Wasser erforderlich. Der in dem Apparate herrschende Druck kommt der Temperatur beim Sieden dem einer Quecksilbersäule von 4,7 Pariser Zoll, oder von 0,168 Atmosphären gleich.

Die zum Betriebe dieses Apparates erforderliche große Menge Wassers setzte der allgemeinen Einführung ein wesentliches Hinderniß in den Weg. Roth erfand daher einen Apparat zum Abkühlen desselben. Derselbe besteht in einem, in angemessener Höhe angebrachten Behälter, dessen Boden mit dreizölligen runden Löchern durchbohrt ist, in welchen kupferne Röhrenstücke, und an diesen Baumwollschläuche befestigt sind. Durch eine Anzahl kleiner Löcher um jedes Rohr sickert das Wasser an den Schläuchen in einen unter denselben angebrachten Behälter hinab und wird dadurch abgekühlt. Das dem Rothschen Apparate zu Grunde liegende Princip ist seitdem auf mancherlei Weise modificirt worden; man hat z. B. als Condensator große, in kaltes

Wasser gelagerte Schlangen benutzt, oder im Zickzack gebogene Röhren, an deren Oberfläche Zuckerlösung, Rübensaft, herabträufelt und dadurch die Dämpfe im Innern des Condensators niederschlägt. (Degrand.) Allein die Wirkung dieses Apparates war, wie vorauszusehen, nicht genügend, indem theils die Temperatur des Saftes nicht niedrig genug, theils die Wärmecapacität desselben geringer als die des Wassers, endlich auch die Menge nicht hinlänglich war, eine vollständige Condensation zu bewirken, ganz davon abgesehen, daß, namentlich bei Rübensaft, der Einfluß der Luft bei der mäßigen Wärme, welche der Saft dabei aufnimmt, Gährung und dadurch Verlust an krystallisirbarem Zucker bedingt. Man kehrte daher zur Condensation durch Wasser und sogar zur Luftpumpe zurück, die zu umgehen so viele Anstrengungen vergeblich gemacht worden waren. (Schubarth.)

33. Pelletan's Apparat mit Luftleereerzeugung durch Dampf.

Es mag nun noch die vor etwa 15 Jahren von Pelletan in Paris versuchte Methode erläutert werden, nach welcher durch einen Strom hochgespannten Dampfes eine Luftverdünnung bewirkt wird. Wenn eine gespannte Saite, ein am Ende eingespanntes Stahlstäbchen, eine Uhrfeder durch eine äußere Kraft aus der Lage der Röhre in eine andere Form gebracht werden, so kehren letztere, nachdem die Kraft zu wirken aufgehört hat, in die vorige Lage nicht anders zurück, als bis sie wie ein Pendel eine gewisse Anzahl von Schwingungen vollendet haben. Bei diesen Vibrationen überschreitet die Saite, wie bei den Oscillationen das Pendel, wenn sie in einer Richtung angespannt und dann losgelassen wird, die Lage der Ruhe, indem sie in entgegengesetzter Richtung eben so stark sich ausdehnt und von der Lage der Ruhe sich entfernt.

Aehnlich verhält sich auch die elastische Luft, der Dampf. Wenn z. B. Luft oder Dampf von größerer Spannung als die atmosphärische Luft, aus engen Röhren in einen weit größeren Raum mit bedeutender Schnelligkeit einströmen, dehnen sie sich so mächtig aus, daß sie einen so viel Mal größeren Raum momentan einzunehmen sich bestreben, als sie vorher, vermöge ihrer größeren, die atmosphärische Luft übertreffenden Dichtigkeit einen kleineren erfüllten. Luft von

dreifacher Dichtigkeit dehnt sich augenblicklich so stark aus, daß sie drei Mal dünner wird als die atmosphärische.

Aus dem Gesagten kann man sich nun eine Erscheinung erklären, welche ein kleiner Apparat, das sogenannte Clement'sche Plättchen gewährt. Clement Desormes machte folgende, auf dem Hüttenwerk von Fourchambeau, angeblich durch einen Zufall entdeckte Erscheinung bekannt. Läßt man Wind von einem Gebläse, oder einen Dampfstrom von mäßiger Spannung durch eine enge, in eine Metallplatte angebrachte Oeffnung strömen und hält ein leichtes Metallblättchen in geringer Entfernung parallel mit erster, nahe heran, so wird dasselbe gegen die Metallplatte angedrückt, und selbst gegen das Gesetz der Schwere von unten nach oben, dem Luft- oder Dampfstrome entgegenspringen und sich an die Metallplatte anlegen. Je kräftiger der Luft- oder Dampfstrom, desto größer ist die Kraft, mit welcher das Metallblättchen gegengedrückt wird, eine desto schwerere Platte wird gehoben.

Die Erklärung dieser Erscheinung ist folgende: Die Luft oder der Dampf, so wie er zur Oeffnung hervortritt, dehnt sich in dem Raume zwischen beiden Platten plötzlich so bedeutend nach allen Richtungen aus, daß er dadurch einen beträchtlich geringeren Grad der Dichtigkeit erlangt als die umgebende atmosphärische Luft besitzt, weßhalb letztere die bewegliche Platte gegen die feststehende andrückt. Je größer nun die Spannung und Dichtigkeit der ausströmenden Luft oder des Dampfes war, eine desto größere Ausdehnung tritt dann zwischen den Platten ein, desto mächtiger muß daher das Uebergewicht des Luftdrucks gegen die bewegliche Platte von einigem Gewicht emporgehoben und gegen die andere Platte gedrückt werden. Diese Erscheinungen nun begründen Pelletan's Princip, einen luftverdünnten Raum zu erzeugen.

Dampf von vier Atmosphären Spannung (60 Pfund auf den Quadratzoll) strömt durch ein konisch verengtes Rohr in eine Kugel von angemessener Capacität, welche an dem entgegengesetzten Punkt mit einem weiten Rohr in Verbindung steht, durch welches der Dampf, nach stattgehabter Ausdehnung, nach einem Condensator abzieht. In die Kugel mündet zur Seite ein Rohr aus dem Condensator des Apparates ein. So wie nun nach Eröffnung des Hahns

im Dampfrohr Dampf in die Kugel einströmt und die Verbindung derselben mit dem Condensator hergestellt ist, wird die Luft aus letzterem angesogen, so daß ein mit dem Condensator verbundenes Kapselbarometer 21 — 22 Zoll hoch steht, welches eine vierfache Verdünnung der Luft im Condensator andeutet. Der aus der Kugel abströmende, mit Luft gemengte, Dampf wird noch zum Heizen des Bodens der Pfannen benutzt.

Pelletan's Apparat gewährt ein Ersparniß an Dampf, im Vergleich mit Roth's und ähnlichen Apparaten; und der zur Luftverdünnung benutzte und selbst ein Theil des aus der kochenden Flüssigkeit sich entwickelnden, und aus dem Condensator mit angesogenen Dampfes wird zur Erwärmung der Pfannen benutzt, deren Wärme also nicht verloren geht.

34. Concentration der Schwefelsäure in luftleeren Pfannen.

Kuhlmann schlägt vor, die Schwefelsäure im Vacuo zu concentriren, und spricht die Hoffnung aus, daß es dann möglich werden könne, sich durchgängig nur bleierner Gefäße zu bedienen, da eine Temperatur von 60 bis 61°, wie man sie in diesem Falle höchstens anzuwenden hat, im leeren Raume hinreichen dürfte, um Schwefelsäure vollkommen zu entwässern.

35. Darstellung des Leims in luftleeren Pfannen.

Durch Anwendung des luftleeren Raumes nach den oben erläuterten Principien würde man nicht nur die Extraction desselben aus Leimleder, Häuten, Knochen, Sehnen und Flechsen erleichtern, sondern auch das Abdampfen bei einem geringeren Temperaturgrade verrichten können. Die Folge davon würde sein, daß man mehr und besseren Leim erhielte, indem er durch gänzliche Verminderung eines Anbrennens und Abschluß des atmosphärischen Sauerstoffs nie eine braune Farbe erhalten würde, wie es so häufig der Fall ist. Verbände man damit gleichzeitig eine rationelle Anwendung der thierischen und der Holzkohle, so würde man auch aus Flechsen einen Leim bereiten können, der dem aus Leimleder dreist würde zur Seite gestellt werden können, während man bis jetzt daraus nur eine höchst

braune und stinkende, an feuchter Luft zusammenfließende, Waare darstellt.

36. Die Destillation im luftleeren Raume.

Auch bei der Destillation hat man den luftverdünnten Raum anzuwenden versucht, in der falschen Voraussetzung, dadurch an Brennmaterial zu ersparen, was indessen nach den im vorigen Artikel hinlänglich erläuterten Grundsätzen nicht der Fall ist. Die Destillation im luftverdünnten Raume geht wegen der niederen Temperatur, bei welcher die Maische siedet, zwar langsamer, allein man erhält ein fuselfreies Produkt, indem dabei nicht jene durch Siedehitze bedingte Zersetzung stattfinden kann.

Zu einer stetigen Anwendung der Destillation im luftleeren Raume ist es indessen bis auf die neueste Zeit nicht gekommen, wo ihr die Aufmerksamkeit wieder zugelenkt wurde und die dadurch erhaltenen Resultate, wie sich später zeigen wird, so günstig ausfielen, daß sich erwarten läßt, es wird diese Methode, nachdem sie mehr und mehr vervollkommnet ist, allgemeine Anwendung finden.

Lebon in Frankreich, welcher daselbst die Gaserzeugung gründete, scheint der Erste gewesen zu sein, der vor etwa 45 Jahren die Destillation im Vacuum versuchte und darauf ein Patent nahm. Er verband den Destillationsapparat mit einer senkrechten Röhre, in welcher vermittelst Quecksilber ein luftverdünnter Raum erzeugt wurde, und umgab den Condensator mit Kälte hervorbringenden Substanzen. Sein Apparat ist indessen der verdienten Vergessenheit anheim gefallen.

Später gab Tennant einen solchen an, bei welchem die Luft in der Vorlage durch Wärme verdünnt wurde, indem man Feuer unter ihn brachte. Später als Tennant hat Heinrich Tritton in England einen Destillirapparat angegeben, der ebenfalls auf Verdünnung der Luft berechnet und auf Taf. II. abgebildet ist. Die Beschreibung dieses sowohl, wie des folgenden Apparates befindet sich im Handbuch für Fabrikanten, woraus wir dieselbe entnommen haben.

Tritton ließ sich für seinen Apparat am 13. Juli 1817 ein Patent geben, gesteht aber selbst, daß weder die Anwendung der Luftpumpe, noch das Setzen der Blase in

ein Wasserbad eine neue Erfindung sei. Er setzt die Blase in ein Gefäß voll Wasser oder einer anderen Flüssigkeit, indem sie dadurch gleichförmiger erhitzt wird und die Luft, wenn die Blase ausgezogen ist, nicht so leicht eindringt. Aus der Blase steigen die Dämpfe durch die Röhre in ein starkes Verdichtungsgefäß, das in einem Kühlgefäße steht. Von diesem Verdichtungsgefäße gehen sie durch eine Röhre in ein anderes Verdichtungsgefäß, das so groß ist, daß es das ganze Produkt der Destillation fassen kann. An diesem Verdichtungsgefäße, das wir Vorlage nennen wollen, ist auch ein Hahn, durch welchen Luft eingelassen werden kann, ohne daß der verdichtete Dampf heraus kann. In der Röhre, die von dem ersten zum zweiten Verdichtungsgefäße führt, ist ein Hahn angebracht, damit man den Uebergang der Dämpfe beliebig hindern und untersuchen kann, wie viel verdichtete Flüssigkeit in der Vorlage sich befindet.

Die Hauptvorzüge dieses Apparates werden von Tritton folgendermaßen angegeben, wobei wir jedoch bemerken, daß solche 1817 angegeben wurden und nach den von uns angeführten Grundsätzen zu ermäßigen sind. Da eine Hitze genügt, welche weit unter dem Siedepunkte ist, so ist alle Gefahr des Anbrennens vermieden, kein brandiger Geschmack entsteht, es wird Brennstoff erspart und ein besserer Branntwein erhalten; auch zur Destillation des Seewassers ist derselbe sehr gut zu gebrauchen.

Nachstehendes ist die Beschreibung des in Fig. 1. im Durchschnitt, in Fig. 2. im Grundriß dargestellten Apparates. **A** ist die Blase, **N O** die Ablaßröhre mit dem Hahn; **P** Oeffnung, so groß, daß man mit der Hand hineinlangen kann, um die Blase zu reinigen; sie kann mit einer Deckschraube geschlossen werden. **C C C C** das äußere Gefäß, in welches die Blase eingetaucht ist, **Q Q** Ablaßhähne desselben. **B** die Vorlage, **J** ihr Ablaßhahn, **H** der Hahn, durch welchen man gelegentlich Luft in sie läßt. **G** die Luftpumpe, welche in der Vorlage befestigt ist. **D** überall verschlossenes Verdichtungsgefäß, das durch die Röhre **E E** mit der Vorlage, und durch die Röhre **M** mit der Blase in Verbindung ist. **F** der Hahn, durch welchen die Verbindung desselben mit der Vorlage gesperrt werden kann. **R** und **T** sind die Kühlgefäße, die mit Wasser gefüllt werden. **S** und **V** sind ihre Ablaßhähne. Die Blasen stehen in ihnen vom

Boden etwas ab auf Stützen. Die Blase wird mit Maische gefüllt, alle Hähne, welche eine Verbindung mit der äußeren Luft gestatten, werden geschlossen, die Kühlfässer werden mit kaltem Wasser gefüllt und eben so auch das Gefäß, in dem die Blase steht. Dann erhitzt man dieses und zieht mit der Luftpumpe Luft aus der Vorlage, dem Verdichtungsgefäße und der Blase. Das obere kleine Gefäß am Helm der Blase kann man gleich mit heißem Wasser füllen, wodurch die Destillation sehr beschleunigt wird, indem es geraume Zeit erfordern würde, bis dieses Wasser von dem in dem unteren Gefäße befindlichen gehörig erwärmt würde. Sobald der Schnabel oder die Röhre der Blase so heiß wird, als die Hand es leiden kann, so urtheilt man, daß die Dampfentwicklung angefangen hat, und erhält das Wasserbad einige Zeit in gleicher Hitze, steigert sie aber später etwas und sorgt immer dafür, daß der Schnabel heiß bleibt, da dieses ein Anzeichen ist, daß die Dämpfe von der Blase heraufkommen.

Will man den erhaltenen Branntwein untersuchen, so verschließt man den Hahn F; läßt das Wasser, das den Hahn H umgiebt, ab, öffnet ihn langsam, um Luft in die Vorlage einzulassen und läßt dann durch den Hahn I so viel Branntwein heraus, als man will. Ist dieses geschehen, so verschließt man die Hähne H und J, gießt wieder Wasser in das Kühlgefäß T, damit der Hahn H wieder von ihm bedeckt ist, pumpt die Vorlage wieder aus, und öffnet den Hahn F so, daß der verdichtete Dampf wieder in die Vorlage fließen kann.

Man kann in diesem Apparat destilliren, ohne Feuer unter das Gefäß C (das Wasserbad) zu bringen, wenn man nur heißes Wasser von einem nahestehenden Siedekessel in dasselbe fließen läßt und es, so wie es sich abkühlt, durch heißes Wasser erneuert. In Fabriken, wo man ohnedem viel heißes Wasser nebenbei erhält, kann man dieses hierzu benutzen; oder man kann Wasserdampf in das Gefäß C leiten und die Blase mit Dampf erwärmen. Das Wasser in den Kühlfässern muß, wie gewöhnlich abfließen und erneuert werden. Die Blase kann mit Maische gefüllt werden, von einem über oder unter ihr stehenden Gefäße. Im letzteren Falle kann man eine Röhre in das Gefäß machen, die mit einem Hahn verschlossen werden kann, und durch

die Luftpumpe die Maische in die Blase heben. Heizt man die Blase, oder vielmehr das Wasserbad mit bloßem Feuer, so ist es besser, die Stützen an der Seite und nicht an dem Boden anzubringen, damit durch die Hitze, die sie fortleiten, kein Verbrennen bewirkt wird. Man kann die Blase auch auf einen Kranz oder Ring in dem Wassergefäße befestigen, den man durchlöchert, damit das Wasser unter sich in Verbindung ist.

Die verdichteten Dämpfe kann man, wenn man will, durch eine Pumpe aus der Vorlage herauspumpen. Diese Pumpe muß aber eine Klappe haben, damit der Zutritt der Luft durch sie in den Apparat verhindert werden kann. Die Luftpumpe muß sehr gut befestigt werden, überhaupt muß der Apparat stark sein, um den Druck der Luft, wenn innen verdünnter Raum ist, aushalten zu können. Ist die Luftpumpe zu groß, um mit der Hand bearbeitet werden zu können, so treibt man sie mit Maschinen. Man kann auch noch eine zweite Vorlage anbringen, wenn man es für nöthig hält, diese durch eine Röhre, die mit einem Hahn verschließbar ist, mit der ersten in Verbindung bringen und, wenn man will, eine eigene Luftpumpe an sie befestigen lassen.

Der Blase giebt man am besten einen convexen Boden, da dieser dem Druck besser widersteht. Giebt man ihr aber einen concaven, so wird die Einwirkung der Wärme begünstigt und man macht dann die Röhre O nicht in der Mitte, sondern an das Ende der Blase. Bei großen Blasen kann man auch Röhren mitten durch die Blase gehen lassen, in welche das Wasser oder der Dampf des Wasserbades gehen kann, wodurch die Maschine weit stärker erwärmt wird. Wenn die Gefäße von Metall gemacht werden, so kann man sie, um sie nicht so dick machen zu müssen, daß die Hitze schwer durchdringt, durch Metallstreifen, Andreaskreuze, stärker machen, und einige aufrechte Stücke von oben nach unten gehen lassen.

Einige Jahre später gab Johann Thomas Barry in London eine Vorrichtung zum Destilliren im luftverdünnten Raume an und erhielt dafür am 24. Mai 1819 ein Patent. Sie ist einfach, erfordert kein Auspumpen der Luft, keine besondere Kühlvorrichtung und kann ohne Unterbrechung zum Destilliren gebraucht werden. Zugleich gewährt sie die Vor-

theile aller Geräthe, in welchen in verdünnter Luft, oder im luftleeren Raume destillirt wird. Sie bedarf weit weniger Feuerung (s. oben), die Hitze kann weit geringer sein und Flüssigkeiten können daher verdunstet, Körper getrocknet werden, die durch Hitze verändert werden, z. B. einiger Farben. Der Zutritt der Luft ist gehemmt, und man kann daher Flüssigkeiten unverändert eindunsten, die beim Eintrocknen in freier Luft sich verändern, indem sie Sauerstoff anziehen.

Auf Taf. II. ist der Apparat abgebildet. A die Destillirblase oder der Abdampfer, aus dem die Luft entfernt wird. b Schnabel derselben, der durch die Röhre c mit dem Verdichter D verbunden ist. Dieser ist größer als sie selbst, und die Luft kann ebenfalls aus ihm gezogen werden. E Kufe mit kaltem Wasser, das darin so hoch steht, daß es den Lüftungshahn f und den Sperrhahn g bedeckt. h Röhre mit einem Sperrhahn i, um die in D verdichtete Flüssigkeit abzulassen. k Dampfröhre mit einem Sperrhahn l. Durch sie wird der Verdichter D aus einem Dampfgefäß mit Dampf gefüllt. N ist ein zweiter Verdichter, der mittelst der Röhren W und X, und des verbesserten Abkühlers Y mit der Destillirblase verbunden ist. J Kühlgefäß, in dem der Verdichter N sich befindet; es hat so viel Wasser, daß der Lüftungshahn v bedeckt ist. Z Abzugshahn, O Röhre von Eisen, zum Theil mit Quecksilber gefüllt und mit einem Schwimmer S versehen. Sie zeigt, indem der Schwimmer fällt und steigt, an, wie viel die Luft in der Blase A, mit der sie Verbindung hat, verdünnt ist.

Man verdunstet oder destillirt in dieser Geräthschaft auf folgende Art. Es wird Flüssigkeit in die Blase A gefüllt, diese luftdicht verschlossen, hierauf sperrt man die Hähne p v z, füllt die Kufe J mit kaltem Wasser (die Kufe E bleibt leer), schließt die Hähne f und g und öffnet die Hähne i und l. Nun läßt man Dampf durch die Röhre k eintreten, so lange, bis er den Verdichter D ganz anfüllt und die Luft durch i ausgetrieben hat. Dann schließt man i und sogleich nachher l und läßt so viel kaltes Wasser in die Kufe E, bis es kalt durch den Hahn m abfließt. Der Dampf verdichtet sich in D zu Wasser und es entsteht leerer Raum. Man öffnet nun den Hahn g, es geht sogleich ein Theil der in der Blase A und dem Verdichter N enthalte-

nen Luft in den, im Verdichter gebildeten leeren Raum. Man schließt g wieder und öffnet l und j und wiederholt die vorige Arbeit so lange, bis so viel Luft aus A und N ausgezogen ist, daß der Schwimmer in der Röhre um 14 Zoll fällt. Nun wird der Hahn g geschlossen, der Hahn i geöffnet und die Blase A erhitzt. Es ist leerer Raum im Inneren, die Destillation geschieht rasch und die verdichtete Flüssigkeit sammelt sich in dem Verdichter N. Die Kufe E wird mit Wasser gefüllt und der Verdichter D kann, wenn man abdampft, zur Beschleunigung des Abdampfens mitwirken; man öffnet dann den Hahn g.

Anfangs muß man das Feuer mäßig halten, damit die Flüssigkeit nicht in den Verdichter übersteigt. Zu diesem Zwecke bringt man oben auf der Blase Glasfenster r r an, durch welche man sehen kann, wie die Flüssigkeit siedet. Alle Theile des Destillirapparates müssen stark sein, um den Luftdruck aushalten und luftdicht verschlossen werden zu können. Um die Verschließung vollkommen zu machen, ist es gut, die verschlossenen Theile mit einer Flüssigkeit zu umgeben, die den Zutritt der Luft hindert. Man versieht sie zu diesem Zwecke mit einem vorspringenden Rande, wie z. B. t an der Blase A. Gut ist es auch, die ganze Blase in eine Flüssigkeit (ein Bad) zu tauchen und durch diese zu heizen.

Die zu destillirende Flüssigkeit kann in die Blase gefüllt werden, ehe sie luftleer ist, oder erst nachher; letzteres ist in den meisten Fällen vorzuziehen. Man bringt sie dann in eine Heberröhre, deren Schenkel mit einem Hahn p verschlossen wird. Taucht man diesen Schenkel in die Flüssigkeit und öffnet den Hahn p, so steigt sie von selbst in die luftleer gemachte Blase. So kann man das Gefäß wiederholt füllen, ohne daß es nöthig ist, die Arbeit zu unterbrechen.

Der Abkühler Y ist auf nachstehende Art eingerichtet. Eine Tafel von verzinntem Kupfer ist an einer ihrer beiden Flächen mit Metallknöpfen versehen, die reihenweise, Fig. 2. b, jeder einen Zoll von dem anderen mit Schlagloth angelöthet und etwas abgeplattet sind, wie a Fig. 2. Auf diese kommt eine zweite Tafel und die Enden beider sind durch einen verlötheten Saum auf die bei b Fig. 2. angegebene Art verbunden. So entsteht ein flaches Gefäß, das so ein-

gerichtet ist, daß die beiden Tafeln mittelst der Knöpfe, die jedes weitere Zusammenfahren hindern, auf einander ruhen, wenn die Luft ausgezogen ist. In der Nähe eines der Enden des Abkühlers ist eine Oeffnung f und an dem andern Ende eine zweite g; durch die erste tritt der Dampf aus der Röhre ein, durch die andere aus, wenn er verdichtet ist. Wie diese Oeffnungen mit der Blase verbunden sind, zeigt c c c im Längendurchschnitt Fig. 2., wo a die der Oeffnung gegenüberstehende Vertiefung und a die Knöpfe anzeigt. Ist die Platte 2 Fuß lang und 1 Fuß breit, so reicht eine Oeffnung an jedem Ende hin; ist sie bedeutend größer, so bedarf man mehrerer. Man kann statt der Knöpfe auch zahnförmige Leisten, oder Stützpunkte verschiedener Art, z. B. Schlangenlinien von starkem Draht, anbringen, da es bloß darauf ankommt, daß die Bleche durch den Druck nicht flach auf einander gedrückt werden können, und eine Menge Stützpunkte vorhanden sind, damit sie so groß und dünn wie möglich gemacht werden können und um so besser kühlen.

Uebrigens lehrte 1817 auch Prof. Turte in Berlin, im Berlinischen Jahrbuche, im luftleeren Raume zu destilliren und Dr. Rommershausen in Acken an der Elbe bot 1818 kleinere Destillationsapparate mit einer Pumpe verbunden, zum Destilliren im luftverdünnten Raume aus. Man erhält auf diesem kleinen Apparate ein fuselfreieres, lieblicher riechendes und alkoholreicheres Destillat als auf den gewöhnlichen Blasen.

Prof. Kastner spricht in seinem Gewerbsfreunde III. Bd. S. 28 die Ansicht aus, daß ein mit Firniß überzogener und luftdichter Blasebalg mit zwei Ventilen beim Destilliren im luftverdünnten Raume bei solchen Substanzen mit Vortheil würde zu gebrauchen sein, bei denen das Destillat den Firnißüberzug des Blasebalgs nicht angreift. Zu diesem Ende läuft das Gefäß mit der zu destillirenden Flüssigkeit in eine enge, röhrenförmige Oeffnung aus, welche luftdicht von der Röhre des einen Ventils aufgenommen wird. Wird nun das Gefäß mäßig erwärmt und der Blasebalg in Bewegung gesetzt, so wird die Verdampfung, durch den Inhalt des Blasebalgs hindurch, im luftverdünnten Raume, und daher zwar nicht in kürzerer Zeit, aber bei geringerer Wärme von statten gehen.

Lebon, dessen oben erwähnter Apparat mittelst einer hydraulischen oder Quecksilberpumpe luftleer gemacht wurde, sagt: endlich wird der Apparat dazu dienen können, mittelst des Eises oder der kalten Winterluft ohne Brennmaterialien zu destilliren.

Kastner sagt hierzu (Gewerbsfr. IV. Bnd. S. 164): Eine noch einfachere Anwendung von Wollaston's Chryophorus auf die Destillation des Branntweins ohne Feuer werde ich nächstens mittheilen — hat aber nicht Wort gehalten. Wer diese Ansicht weiter verfolgen will, findet über Wollastons Chryophorus Auskunft in jedem vollständigeren Werke über Physik.

Lebon's Apparat steht hinsichtlich seiner Wirkung, wie schon oben ausgesprochen wurde, jedenfalls allen Apparaten dieser Art nach, bei welchen eine Luftpumpe angebracht ist, weßhalb wir seine Beschreibung übergehen.

In ganz neuester Zeit hat man die Anwendung der Luftpumpe bei der Darstellung des Branntweins wieder in Anregung gebracht, nicht um die Destillation zu erleichtern, sondern um eine ungleich größere Spiritusausbeute aus der Maische zu erzielen, als man bei dem gewöhnlichen Verfahren erhält. Diese neue versuchsweise Anwendung der Luftpumpe beim Branntweinbrennen gründet sich auf den bekannten Umstand, daß Anwesenheit von vielem Alkohol in einer gährenden Flüssigkeit oder Maische die Gährung aufhält und endlich ganz aufhebt, bevor aller Zucker in Alkohol zersetzt ist. Um diesem nachtheiligen Uebelstande vorzubeugen, ist von dem Engländer Sheridan der Vorschlag gemacht, den Alkohol in dem Maße, wie er sich bei der Gährung bildet, sofort abzuziehen. Er läßt zu diesem Ende die Gährung in starken, luftdicht geschlossenen Gefäßen vor sich gehen und setzt diese mit einem Kühlapparate und einer kräftigen Luftpumpe in Verbindung, welche die etwa eindringende Luft und die sich entwickelnde Kohlensäure beständig entfernt. Bei dem so veränderten Luftdruck destillirt der Alkohol in einer Temperatur von 40 bis 44° R. ab, welche nach Sheridan dem Fortgange der Gährung nicht nachtheilig sein soll, vorausgesetzt, daß diese Wärme dem Gährbottich durch ein geheiztes Zimmer, und nicht durch heiße Wasser- oder Dampfröhren mitgetheilt wird, welche letztere die sie berührenden Hefentheilchen verbrennen oder tödten und die Gährung nach

einiger Zeit unterbrechen würden. Versuche mit dieser Gährung im luftleeren Raume sind in der großen Brennerei des Herrn Currie bei London veranstaltet und sollen ein sehr günstiges Resultat geliefert haben, indem das Quarter Korn durchschnittlich 28 Gallons statt sonst 21 Gallons Spiritus von der Normalstärke (0,95 spec. Gew. bei 62° F.), also etwa 25 Procent mehr geliefert haben soll. Bezieht man diese Angaben auf preußisches Maß und Gewicht, so würde der Scheffel Roggen bei der Gährung im luftleeren Raume 26,5 Quart, bei der gewöhnlichen 19,8 Quart Branntwein von 50 Proc. Tralles geben. Nach der gewöhnlichen Annahme werden von 1 Scheffel Roggen von 80 Pfund 19,2 Quart solchen Branntweins erhalten. Berechnet man theoretisch die Menge Branntweins, welche aus 1 Scheffel Roggen erfolgen würde, wenn der ganze Stärkegehalt zu 60 Proc. gerechnet, vollständig in Zucker überginge und dieser vollständig in Alkohol und Kohlensäure zerfiele, so könnten höchstens 25,9 Quart erhalten werden. Sheridan will mithin bei seinem Verfahren mehr Alkohol erhalten haben als theoretisch möglich ist, weßhalb die obigen Angaben jedenfalls als übertrieben anzusehen sind.

Dr. Kuhfahl in Berlin hat ermittelt, daß eine Dampfmaschine von 5 Pferdekräften hinreichend ist, täglich die Maische von 100 Scheffel Kartoffeln abzutreiben. Da nun eine solche Maschine nicht so viel kostet als ein kupferner Brennapparat von entsprechender Größe, und kaum halb so viel Brennmaterial verbraucht, als zum Abbrennen von 100 Scheffel Kartoffeln auf die gewöhnliche Weise nöthig ist, so dürfte hierdurch allein der fabrikökonomische Vorzug des neuen Verfahrens festgestellt erscheinen, ganz abgesehen davon, daß es ein völlig fuselfreies Produkt liefert. Jedenfalls bedarf indessen diese letzte Ansicht erst noch der Bestätigung durch die Praxis in Deutschland, um zu der Gewißheit zu gelangen, ob das langsame Abtreiben bei Stubenwarme die fortwährende Unterhaltung einer Luftpumpe durch eine Dampfmaschine und das zu beiden Bedingnissen erforderliche Brennmaterial durch seine Kosten nicht den größeren Theil des auf diesem Wege zu erzielenden Mehrgewinnes absorbirt.

Um nach Sheridan's Methode zu arbeiten, würde man den Apparat nach Fig. 2. Taf. IV. zusammenzusetzen haben:

A der Maischbehälter, B die Luftpumpe, C das Kühlfaß. Ersterer müßte aus einem luftdichten Material, einem guten Wärmeleiter, also Stein oder Metall bestehen, wobei es jedoch keineswegs erforderlich ist, daß er mit einem Helme versehen wird, wenn man eine größere Oeffnung anbringt, welche man eben so einfach luftdicht verschließen kann.

37. Künstlicher Blutegel.

Dr. Gouyon zu Montferrand hat einen künstlichen Blutegel erfunden, der den natürlichen vollkommen ersetzen soll. Das Instrument, dem er den Namen **Sangsue pneumatique** gegeben hat, besteht aus einem kleinen gläsernen Tubulus, der gegen seine Mitte ausgebaucht ist, und mit seinem einen Ende in Gestalt eines S ausläuft. An dem breiten kurzen Ende, dem Kopfe des Blutegels, ist ein kleiner Ring eingeschraubt, der in seiner Mitte einen Dorn von 2 bis 3 Millim. Länge trägt. An der andern Seite ist am Ende ein Hahn, durch den man es mit einer Luftpumpe in Verbindung setzen kann. Wird die Luft nun aus dem Instrumente entfernt, so dringt die Haut in den Ring und wird von dem Dorn verwundet. Die Wundränder der kleinen Wunde werden durch den Dorn beständig aus einander gehalten. Ist das Instrument gefüllt, so entfernt man dasselbe und wäscht es mit warmem Wasser aus. (**Gaz. méd. de Paris, 1847 Nr. 14.**)

38. Anwendung der verdünnten Luft und des Luftdruckes zum Treiben von Maschinen.

Eine der wichtigsten Erfindungen des menschlichen Geistes ist die der Dampfmaschine; sie kann als Maßstab zur Beurtheilung der Resultate dienen, die den menschlichen Scharfsinn belohnen, wenn er sich, durch Wißbegierde und Interesse angetrieben, an einem Gegenstande übet und zugleich als Beweis, mit welchem Uebermaße der göttliche Funke des Verstandes alle körperlichen Vorzüge der Thiere ersetzt, indem der Mensch durch die Dampfmaschine seine eigene schwache physische Kraft zu jener von tausend zugleich sich anstrengenden Pferden anhaltend zu steigern vermag. — Dieselbe hat in der noch ziemlich kurzen Zeit ihrer größeren Vollendung eine gänzliche Umgestaltung aller Gewerbs- und Verkehrsverhältnisse bewirkt und wird noch jetzt in ihrer Er-

scheinung als Locomotive von den mit Naturwissenschaften nicht vertrautem Theile des Volkes als ein unergründliches Wunder angestaunt.

Nichts desto weniger aber läßt sich auf den Grund des seit Anfang dieses Jahrhunderts entwickelten riesenmäßigen Fortschrittes der Naturwissenschaften und ihrer, mit wirklich bewundernswürdigem Erfolge gekrönten Anwendungen auf das praktische Leben mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit annehmen, daß auch der Dampf seine Rolle ausspielen wird, daß eine Zeit nicht fern ist, wo er seine Siebenmeilenstiefel, womit er bisher wie im Fluge die Welt durchschritt, ausziehen wird, um sich einer anderen, wenn auch nicht mächtigern, jedoch in ihrer Anwendung ungleich vortheilhafteren Naturkraft abzutreten. Diese Kraft, welche dem Dampfe den Rang streitig machen und seine Weltbeherrschung ohne allen Zweifel einem unfehlbaren Ende zuführen wird, ist die atmosphärische Luft. Dieselbe bedarf, wollen wir hier nur diejenige Anwendung derselben betrachten, in welcher sie der Dampfmaschine ähnlich wirkt, ungleich weniger Wärme und folglich Aufwand an Brennmaterial zu ihrer Expansion und Aeußerung ihrer Wirksamkeit als der Dampf. Dieser muß erst unter Aufnahme bedeutender Wärmemengen aus Wasser erzeugt und dann noch, um erst durch seine Spannung Wirksamkeit äußern zu können, ferner erhitzt werden, wodurch sein Druck denjenigen der Atmosphäre im gleichen Verhältnisse mit seiner Temperatur mehr oder weniger übertrifft.

Anders verhält es sich mit der Luft, ihr darf nicht erst durch Erwärmung die Fähigkeit, sich auszudehnen, ertheilt werden, vielmehr erfolgt bei ihr diese Ausdehnung in gleichem Maße mit der Erwärmung sofort. Dieser vortheilhafte Umstand gab denn auch zeither schon zu zahlreichen Versuchen Veranlassung, die Ausdehnungsfähigkeit der Luft statt jener des Dampfes zum Treiben von Maschinen zu benutzen. Wenngleich nun dieselben bis jetzt noch nicht mit einem völlig genügenden Erfolge gekrönt wurden, so berechtigen sie doch zu der Erwartung, daß dieses einst der Fall sein wird; daß viele dabei auftretende Schwierigkeiten noch gelöst und aus ihrem Bereiche die Maschinen der Zukunft erstehen werden.

Die Grundsätze, nach welchen die erhitzte Luft zum Treiben von Maschinen verwendbar sein wird, müssen we-

gen ihrer mit dem Dampfe ganz analogen Wirkung denen der Dampfmaschinen ziemlich gleich sein, und muß eine Kenntniß derselben bei allen denjenigen, welche ihre Kräfte an der Lösung des in Rede stehenden Problems versuchen oder üben wollen, vorausgesetzt werden. Es läßt sich zwar nicht in Abrede stellen, daß auch noch andere Principien möglicher Weise dabei mit Vortheil werden zu Grunde gelegt werden können, indessen werden die bei Dampfmaschinen gegenwärtig allgemein üblichen und in der Praxis bereits bewährten einstweilen als sichere Führer dienen.

Wir beschränken uns hier auf Mittheilung der hauptsächlichsten über diesen Gegenstand bisher gemachten Angaben und verschieben eine Abhandlung über die Anwendung der comprimirten Luft als Triebkraft bis zum nächsten Abschnitte, wo von der Benutzung der comprimirten Luft in den Gewerben überhaupt die Rede sein wird.

In Dundee in England soll mit dem größten Erfolge eine Maschine in Thätigkeit sein und vieles Aufsehen erregen. Im Wesentlichen besteht dieselbe aus drei geschlossenen, oben mit Stopfbüchsen versehenen Cylindern. Die eingeschlossene und beliebig, aber in beiden Cylindern gleichmäßig comprimirte Luft wird abwechselnd erwärmt und wieder abgekühlt. Dadurch wird ihre Spannkraft in entsprechendem Maße vermehrt und vermindert, und mit dem Druck, der aus der Differenz der gleichzeitig von beiden Cylindern obwaltenden Spannungen sich ergiebt, die Kolben in dem dritten Cylinder bewegt.

Der Verbrauch des Brennmaterials bei dieser indessen nicht weiter beschriebenen Maschine soll im Vergleich mit dem zur Heizung einer Dampfmaschine von gleicher Kraft erforderlichen sehr gering sein. Sie arbeitet mit 26 Pferdekräften und macht 30 Umgänge in der Minute, dabei verbraucht sie 5 Pfund Kohlen, während die früher dort aufgestellt gewesene gleich starke Dampfmaschine 26 Pfund consumirte.

Wenn sich diese Angaben in allen Theilen bestätigen, so wäre damit unsere oben geschehene Bemerkung über die Ermanglung eines genügenden Erfolges der Versuche, Maschinen mit erhitzter Luft zu treiben, zum Theil entkräftet, und würde gänzlich widerlegt sein, wenn über die in Rede stehende Maschine speciellere Details vorlägen.

Director Prechtl in Wien gab schon im ersten Bande der Jahrbücher des polytechnischen Instituts eine Abhandlung über die bis zum Erscheinen derselben bekannt gewordenen Leistungen in diesem Felde und verbindet damit zugleich eine Erläuterung der Vortheile, welche Luftmaschinen gegenüber den Dampfmaschinen gewähren würden.

Wir lassen dieselbe hier folgen. In den Dampfmaschinen ist der Aufwand an Brennstoff, den in der Construction des Ofens bedingten Wärmeverlust bei Seite gesetzt, von der Wärmemenge abhängig, welche zur Verwandlung des Wassers in Dampf von einer bestimmten Expansivkraft erfordert wird. Da bei der Bildung des Wasserdampfes eine sehr bedeutende Menge Wärme gebunden wird, so daß nämlich der Wasserdampf von 80 Grad R. so viel gebundene Wärme enthält, daß diese Wärme, wenn sich der Dampf zu siedend heißem Wasser condensirt, ein $5\frac{1}{2}$ Mal so großes Gewicht eiskalten Wassers bis zum Siedepunkte zu erhitzen vermöchte; die Ausdehnung der Luft aber bis zur Vermehrung ihrer Elasticität auf einen gewissen Grad verhältnißmäßig weniger Wärme erfordert, weil hier die Wärme bloß auf die Ausdehnung, nicht aber, wie beim Dampf, auf die Herstellung einer neuen Form verwendet wird, so läßt sich schon im Allgemeinen erkennen, daß eine Maschine, bei welcher die bewegende Kraft die Ausdehnung der erhitzten Luft ist, für gleiche Wirkung weniger Brennmaterial erfordern müßte, als eine Dampfmaschine.

Es werde durch eine hinreichende Menge Wärme ein Pfund eiskaltes Wasser in Dampf von 80 Grad R. verwandelt, der sogleich dem mittleren atmosphärischen Drucke das Gleichgewicht hält, so beträgt dieser Dampf 30 Kubikfuß, der also einen Raum von 1 Quadratfuß Grundfläche und 30 Fuß Höhe ausfüllt. Wird dieser Dampf vollständig condensirt, so beträgt der mittlere Druck der Luft auf jeden Quadratfuß, welchen man sich als die Fläche des Kolbens, der sich in jenem Raume durch die Wirkung des Luftdruckes nieder bewegt, ansehen kann, 1800 Pfund, in diesem Falle ist daher die mechanische Wirkung $= 1800 \times 30$, oder 1800 Pfund auf die Höhe von 30 Fuß gehoben. Nehmen wir nun an, die Wärme, welche zur Hervorbringung dieser Wirkung erforderlich war, werde zur Erhitzung von Luft verwendet, so ergiebt sich Folgendes. Die Wärme, welche

nöthig ist, um jene 30 Kubikfuß Wasserdampf aus einem Pfunde eiskalten Wassers hervorzubringen, reicht hin, um 6,5 Mal so viel eiskaltes Wasser bis zum Siedepunkte zu erhitzen. Da sich die specifische Wärme der Luft zu jener des Wassers wie 0,267 zu 1 verhält, so kann daher durch eben dieselbe Quantität Wärme eine Masse von $\frac{6,5}{0,267} = 24,34$ Pfund Luft von der Temperatur des Eispunktes und der Elasticität des mittleren Luftdruckes auf die Temperatur der Siedehitze gebracht werden. Bei dieser Temperaturerhöhung vermehrt sich der Umfang der Luft bei gleichbleibender Elasticität um 0,375. Nun betragen aber 24,34 Pfund Luft bei 0° R. und 28″ B. 332,28 Kubikfuß, folglich ist die Vermehrung ihres Umfanges $= 332,28 \times 0,375 = 124,6$ Kubikfuß, oder ein Raum von 1 Quadratfuß Grundfläche (die Fläche des Kolbens), auf welche sie mit 4800 Pfund drückt, vor sich her geschoben; so ist in diesem Falle die Wirkung $= 1800 \times 124,6$ oder 1800 Pfd. anf 124,6 Fuß gehoben. Bei gleicher Quantität von Wärme, folglich von Brennmaterial, verhält sich daher die Wirkung bei der Anwendung des Wasserdampfes zu jener bei der Anwendung der erhitzten Luft wie 30 : 124,6, oder letztere ist mehr als 4 Mal größer als erstere.

Berücksichtigt man die verbesserte Einrichtung der Dampfmaschine durch die Anwendung des Expansionsprincips, bei welcher dadurch, daß der Cylinder nur zum Theil mit Dampf gefüllt wird, für die gewöhnlichen Fälle an ein Dritttheil des Dampfes für gleiche Wirkung erspart werden kann, so würde dennoch durch die Anwendung der erhitzten Luft als bewegende Kraft, bei gleichem Brennstoffaufwande, ein wenigstens drei Mal so großer Effect, als bei der Anwendung des Dampfes in der Dampfmaschine erhalten werden können. Dieser bedeutende Vortheil macht die Anwendung der erhitzten Luft als bewegende Kraft zu einem würdigen Gegenstande mechanischer Untersuchungen. Die Ausführung einer Maschine nach diesem Princip, deren Mechanismus nicht, oder nicht viel complicirter wäre als jener der Dampfmaschine, würde eine wichtige Bereicherung des Maschinenwesens sein. Die Ausführung ist jedoch mit Schwierigkeiten verbunden, welche, einiger bereits angestellten Versuche ungeachtet, noch nicht überwunden sind. Es läßt

sich jedoch um so mehr erwarten, daß der mechanische Scharfsinn auch hierin sein Ziel erreichen werde, als dieser Gegenstand noch zu neu und im Ganzen zu wenig bearbeitet ist, als daß sich aus den bisherigen Versuchen etwas Bestimmtes ableiten ließe.

Die Herren Niepce führten im Jahre 1806 in Paris zuerst eine kleine Maschine aus, von ihnen Pyreolophore genannt, in welcher die erhitzte Luft als bewegende Kraft wirkte. Diese Maschine besteht aus einem starken, auf einem Gestelle wohl befestigten, von allen Seiten wohl verschlossenen Recipienten, welcher von der einen Seite eine Oeffnung hat, an welcher ein mit einem Kolben versehener Cylinder befestigt ist, an der anderen Seite befindet sich eine kleine Oeffnung mit einem daran gelötheten Rohre. Das offene Ende dieser Röhre ist mit dem Mundstücke oder der Dille eines Blasebalgs in Verbindung. Zwischen dieser Dille und dem Recipienten sind in der Röhre zwei kleine Oeffnungen angebracht, die eine, näher an der Dille, ist bestimmt, eine feine, leicht verbrennliche Substanz, z. B. Bärlapsamen, **Semen Lycopodii**, aufzunehmen; die andere, welche näher an dem Recipienten liegt, befindet sich über der Spitze der Flamme auf einer kleinen Lampe; beide Oeffnungen sind mit Ventilen versehen. Ist nun durch die erste Oeffnung von der brennbaren Substanz eine angemessene Quantität in die Röhre gebracht worden, wird sonach der Blasebalg niedergedrückt, und in dem Augenblicke die Spitze der Lichtflamme durch die zweite kleine Oeffnung gebracht; so wird der brennbare Staub, der von dem Windstoße durch die Röhre hindurch fortgeführt wird, über der Spitze der Lichtflamme entzündet, und in diesem brennenden Zustande in den mit Luft angefüllten Recipienten getrieben. In diesem Augenblicke schließen sich die Klappen der erwähnten beiden Oeffnungen; durch die brennende Substanz wird die Luft in dem Recipienten erhitzt und ausgedehnt, der Kolben des Cylinders vorwärts gestoßen, und die mit demselben in Verbindung gebrachte Last in Bewegung gesetzt. Das Zurückführen des Kolbens in seine vorige Lage, das Einbringen des entzündlichen Pulvers in einer nach der Capacität des Recipienten angemessenen Quantität, das Einführen der Lampenflamme in die zweite Oeffnung und das

Schließen der Klappen nach eingeleiteter Entzündung wurde übrigens durch die Maschine selbst verrichtet.

Nach jedem Spiel der Maschine war es nothwendig, die in dem Recipienten befindliche, durch die Verbrennung des Lycopods verdorbene Luft wegzuschaffen, weil beim folgenden Spiel keine Verbrennung mehr in derselben, daher keine Erhitzung und Wirkung erfolgt sein würde. Die Hr. Niepce bewirkten dieses durch eine, in dem cylinderförmigen Recipienten angebrachte, auf die Achse desselben senkrechte Scheidewand, welche sich nach beendigter Wirkung nach der Länge desselben bewegte, und die warme Luft durch mehrere in dem Recipienten angebrachte und mit Klappen versehene Oeffnungen austrieb, während von der anderen Seite frische atmosphärische Luft hinzutrat.

Bei den mit dieser Maschine angestellten Versuchen fand es sich, daß ihre Wirkung beinahe ganz aufhörte, nachdem die Luft in dem Zimmer, wo sie aufgestellt war, durch die Respiration einer großen Zahl anwesender Personen zum Verbrennen untauglicher geworden war (!?); daß sie aber ihre Wirkung in dem Augenblicke wieder erhielt, als man ein Fenster und die gegenüberstehende Thür geöffnet hatte. Statt des Bärlapsamens konnte als Brennmaterial übrigens auch gepulverte und mit etwas gepulvertem Harz vermengte Steinkohle angewendet werden. Fein gepulverte Holzkohlen, getrocknete und fein gepulverte Sägespäne, Mehl ꝛc. würden übrigens wahrscheinlich auch brauchbar sein.

Die Herren Berthollet und Carnot haben im December 1806 über diese Maschine einen vortheilhaften Bericht erstattet. Ueber die Größe der Wirkung der Maschine wurden keine genauen Versuche angestellt. Die Bewegungen derselben waren stark und heftig und die Maschine, welche etwa 300 Pfund wog, erhielt bei jedem Spiele, wozu bloß 5 bis 6 Gran des Brennmaterials erforderlich waren, heftige Erschütterungen. Dieser Versuch zeigte allerdings die Anwendbarkeit und Nützlichkeit des Princips. — Die Maschine selbst war noch zu unvollkommen, in ihrem Gange zu unsicher, als daß praktische Anwendungen im Großen hätten davon gemacht werden können. Die Brüder Niepce nahmen auf diese Maschine ein Patent, das im Jahre 1817 erlosch; es scheint jedoch nicht, daß sie sich

mit der Vervollkommnung ihrer Maschine weiter beschäftigt hätten.

Im Jahre 1809 erfand Herr Cagniard-Latour, ehemaliger Zögling der polytechnischen Schule in Paris, eine Maschine, in welcher die Ausdehnung der erwärmten Luft gleichfalls die bewegende Kraft ist. Ihr Mechanismus gründet sich darauf, daß kalte Luft durch warmes Wasser streicht, und durch ihre Erwärmung in demselben ein größeres Volumen einnimmt, folglich eine größere aufsteigende Kraft erhält, als diejenige, welche nöthig ist, dieselbe Luft im kalten Zustande unter eine gleich hohe Wassersäule zu bringen. Diese Maschine besteht aus einem Gefäße, in welchem heißes Wasser sich befindet, das Wasser kann entweder unmittelbar in diesem Gefäße durch äußeres Feuer erhitzt werden, oder aus einem zweiten Kessel in dasselbe zufließen. Um auf den Boden dieses Gefäßes die kalte Luft von außen zu bringen, dient eine archimedische Schraube oder Spiralpumpe, welche in einem zweiten, mit kaltem Wasser angefüllten Gefäße dergestalt eingetaucht ist, daß die obere Oeffnung der Spirale aus dem Wasser hervorragt, so daß bei der Umdrehung diese, wie bei dem Gange der Spiralpumpe, bald in das Wasser eintaucht, bald aus demselben hervortritt. Vermittelst dieser Pumpe wird nun die Luft auf den Boden des Gefäßes mit kaltem Wasser gebracht, von wo sie durch eine Röhre auf den Boden des mit heißem Wasser angefüllten Gefäßes geleitet wird. Hier dehnt sie sich durch die Wärme des Wassers aus, und setzt, indem sie aufwärts steigt, ein vertikales Rad in Bewegung, welches in diesem heißen Wasser aufgestellt ist. Dieses Rad ist mit Zellen, wie ein oberschlächtiges Wasserrad versehen, und von allen Seiten mit dem warmen Wasser umgeben. Die durch die Wärme ausgedehnte und mittelst eines metallenen Zwischenbodens auf dem Grunde des Gefäßes angesammelte Luft strömt durch eine Oeffnung aus, welche so angebracht ist, daß die von ihr ausströmende Luft von niederwärts gerichteten Zellen des Rades aufgefangen wird. Dadurch wird die Seite des Rades, auf welcher sich diese mit Luft gefüllten Zellen befinden, leichter als die entgegengesetzte, deren aufwärts stehende Zellen mit Wasser gefüllt sind und das Rad dreht sich daher so lange herum, als dieser Zufluß dauert. An die Welle dieses Rades kann nun

die in Bewegung zu setzende Last angebracht werden; vermittelst einer Seitenverbindung wird durch eben diese Welle die Spiralpumpe in Bewegung gesetzt.

Die Herren de Prony, Charles, Montgolfier und Carnot ertheilen in einem im Mai 1809 erstatteten Berichte dieser neuen Maschine, welche Cagniard im Kleinen ausgeführt hatte, gerechtes Lob und halten die Anwendung derselben bei vielen Gelegenheiten für sehr nützlich. Da zur Wirkung derselben nur ein bis auf 75° C. und noch geringer erhitztes Wasser nothwendig sei, so könne man dazu das warme Wasser benutzen, das in mehreren Manufacturen überflüssig vorhanden sei und zum Theil weggeschüttet werde. Cagniard's Maschine könne z. B. in den Salzsiedereien dazu verwendet werden, um die Pumpen zur Speisung der Kessel in Bewegung zu setzen. Bei Dampfmaschinen selbst könne man das aus der Condensation entstehende warme Wasser noch für diese Maschine benutzen, und dadurch noch die Kraft von mehreren Menschen und Pferden hervorbringen; endlich wäre diese Maschine den Bädern, Branntweinbrennereien, Schmelzwerken, und in allen Anstalten, wo warmes Wasser oder Feuer vorhanden sei, anwendbar; dazu habe sie zu wenig Reibung und bedürfe selten der Reparatur.

Der Nutzeffect dieser Maschine ist der durch die Wärme bewirkten Ausdehnung proportional. Bei der Wärme des Wassers von 75° R. wird die Ausdehnung der Luft etwa $\frac{1}{3}$; die Kraft, welche folglich auf das Einpumpen der Luft durch die Wasserschraube verwendet wird, verhält sich zu jener, welche durch das Aufsteigen der erwärmten Luft hervorgebracht wird, wie 3 : 4; der Nutzeffect ist daher $\frac{1}{4}$ des Totaleffects. Hieraus folgt, daß diese Maschine sehr bedeutende Dimensionen haben müsse, wenn sie beträchtliche Wirkungen hervorbringen soll. Uebrigens ist ihr Princip sinnreich, auf richtige physikalische und mechanische Grundsätze gebaut, es wird bei der geringen, noch durch das verminderte Gewicht der im Wasser eingetauchten bewegten Theile verminderten Reibung sehr wenig Kraft verloren, und es kann wahrscheinlich in mehreren Fällen von demselben eine nützliche Anwendung gemacht werden.

Das Quecksilber wäre, wenn es im Großen anwendbar wäre, für diese Maschine statt des Wassers ein sehr

vorzügliches Material, sowohl, weil es viel stärker (bis zu 250° R.) erhitzt werden kann, bevor es siedet, als auch, weil es eine viel (21 Mal) geringere specifische Wärme hat als das Wasser. Gesetzt, das Quecksilber habe bei der Wirkung der Maschine eine Wärme von 215° R.; so wird die Ausdehnung der Luft das Doppelte, folglich der Nutzeffect die Hälfte des Totaleffects.

Ein neuerer Versuch, die durch Feuer expandirte Luft als bewegende Kraft zu benutzen, ist eine von Montgolfier und Dayme in England erfundene und im März 1816 patentirte Maschine, deren Beschreibung sich im **Repertory of arts and manufactures**, April 1818, befindet. — In dieser Maschine streicht die Luft über einem, in einem starken verschlossenen Gefäße befindlichen Kohlenfeuer; wird hier, indem sie zugleich die Verbrennung unterhält, wobei sich das Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft zum Theil in kohlensaures Gas verwandelt, stark, bis zur Glühhitze erhitzt und ausgedehnt, und wirkt sonach mit einem Stoß auf eine Wassersäule, welche in die Höhe gedrückt wird.

Das Brennmaterial wird in das verschlossene Gefäß vermittelst eines in einem Cylinder luftdicht beweglichen Kolbens eingebracht, und durch eine ähnliche Vorrichtung die Asche aus demselben entfernt. Die Bewegung des Wassers in dieser Maschine hat übrigens Aehnlichkeit mit jener im hydraulischen Widder. Die Maschine ist sinnreich angeordnet, aber complicirt, und im Großen schwer auszuführen und gangbar zu erhalten; überdem geht in derselben durch die Stöße und die abwechselnden entgegengesetzten Bewegungen des Wassers viel an Kraft verloren. Es scheint daher nicht, daß auf diesem Wege von dem Princip der Ausdehnung der erhitzten Luft ein Gebrauch gemacht werden könne, welcher rücksichtlich der Ersparung an Brennmaterial der Anwendung der Dampfmaschine vorzuziehen wäre.

Die Art der Erhitzung der Luft, indem sie durch Kohlenfeuer streicht, und zugleich zur Unterhaltung desselben dient, scheint übrigens zweckmäßig zu sein, da die Luft in diesem Falle die Glühhitze erhält, ohne durch die Verbrennung eine Verminderung ihres Umfangs zu erleiden, da die Kohlensäure mit dem Sauerstoffgas, woraus sie entsteht, denselben Umfang behält; nur muß für diesen Fall ein hinreichend einfacher und haltbarer Apparat ausgedehnt werden.

Das Verbrennen einer pulverigen Substanz in dem eingeschlossenen Raume, wie in der oben beschriebenen Maschine der Gebrüder Niepce, leistet dieselbe Wirkung. Außer diesen Mitteln bleibt noch die Erhitzung der Luft in dem Recipienten durch Anbringung eines äußeren Feuers an demselben übrig.

Im Jahre 1824 erhielt Samuel Brown in England ein Patent auf eine Maschine, bei welcher nach der Art der oben beschriebenen atmosphärischen Dampfmaschine statt mittelst Dampf durch Einleiten brennbaren Gases in zwei mit Stengeln versehenen Cylindern ein luftleerer Raum erzeugt wird, wodurch die Kolben abwechselnd gehoben und dann durch den atmosphärischen Luftdruck wieder nieder getrieben werden. Später haben Burdin und Bresson ähnliche Anwendungen von der erhitzten Luft gemacht. Ersterer construirte 1825 eine Maschine, in welcher die vorher mit 3 Atmospären zusammengepreßte Luft in einem Herde erwärmt wurde, sich ausdehnte, ohne ihre Elasticität zu verlieren und dann auf einen Piston wirkte bis zu ihrer Abspannung auf eine Atmosphäre. Diese Maschine von einem sechs Mal bedeutendern Effecte als die besten Dampfmaschinen, habe jedoch mehrere Nachtheile gezeigt, welche sich noch lange der Anwendung der erwärmten Luft als Bewegungskraft entgegenstellen würden. 1) Die sehr heiße Luft verändert den Cylinder, den Stempel, den Hahn und das Ventil dergestalt, daß bald der Stempel nicht mehr luftdicht in den Cylinder paßt. 2) Da man kein Fett zur Verminderung der Reibung anwenden kann, so leiden die Theile auch sehr durch die Reibung. 3) Die Luft führt feine Asche mit sich, wodurch die inneren Theile verstopft werden. 4) Die Einbringung des Brennmaterials macht bedeutende Schwierigkeiten. Uebrigens verzweifelt Bresson, der bereits mehrere Versuche zur Ueberwindung dieser Hindernisse gemacht hat, nicht an der endlichen Besiegung derselben.

Die Grenzen dieses Werkes erlauben nicht, diesen Gegenstand noch weiter auszuführen, da derselbe allein eine eigene Schrift hinlänglich ausfüllen würde, wir müssen uns vielmehr damit begnügen, auf die Vortheile, welche die Anwendung der verdünnten Luft als Triebkraft gewähren kann, aufmerksam gemacht zu haben.

Dritter Abschnitt.

Von der Benutzung der comprimirten Luft in den Gewerben.

Obgleich der Begriff Luftdruck immer derselbe bleibt, es werde darunter ein Druck von ein, zwei oder mehreren Atmosphären verstanden, so haben wir doch, zur Erleichterung der Uebersicht und wegen der zur Hervorbringung eines starken Luftdruckes von mehreren Atmosphären nothwendig veränderten Mittel, der Anwendung des ersteren einen eigenen Abschnitt zu widmen für nöthig erachtet. Wenn im vorigen Abschnitte bereits mehrere Operationen beschrieben wurden, bei denen der Luftdruck wirksam ist, so beschränken sich dieselben stets nur auf den einseitigen Druck der Atmosphäre, welcher durch vorhergehende Luftverdünnung hervorgebracht wird, während der gegenwärtige Abschnitt ausschließlich nur die Anwendungen des durch Wasserdruck oder Compressionspumpen hervorgebrachten, höher gespannten, Luftdruckes enthalten soll.

1. Die Windbüchse.

Eine der ältesten und ersten Anwendungen der comprimirten Luft ist die zum Schießen mittelst der Windbüchse. Nach Murr soll Hans Lobsinger im Jahre 1560 die Windbüchse erfunden haben, jedoch behauptet Muschenbroek, daß schon im Jahre 1474 in der Gewehrkammer eines gewissen Herrn v. Schmettau eine, wenn auch noch sehr unvollkommene Windbüchse befindlich gewesen sei, und nach Marsenne soll schon im Jahre 1704 eine solche von dem französischen Künstler Marin zu Lisieux für König Heinrich IV. verfertigt worden sein. Bei den Windbüchsen Fig. 6 und 7. Taf. VI. wird die Luft in einem eigenen starken metallenen Gefäße, das mit dem Rohre in Verbindung ist, zu einem so hohen Grade verdichtet, daß man damit fast eben so weit und kräftig, wie mit Feuergewehren, 20 bis 40 Mal hinter einander schießen und bleierne Kugeln durch dicke Bretter treiben kann. In Fig. 6. wird die Compressionspumpe unten bei 7 oben angeschraubt. — Das Verdichtungsgefäß, die Windkammer, aus Kupfer

oder Schmiedeeisen verfertigt, macht den Kolben der Windbüchse aus, gewöhnlich ist dieselbe noch mit Holz überzogen, damit sie das Ansehen eines Gewehrkolbens erhalte. Unten bei **a** und oben bei **b** hat sie eine mit einem hineinwärts sich öffnenden Ventile verschlossene Oeffnung. Durch den Druck kräftiger metallener, gewöhnlich schraubenförmiger Federn erhalten diese Ventile einen starken Schluß. Oben bei **b** ist das Gefäß an einem hölzernen Schafte heraus mit dem Rohre des Gewehres verbunden, in die untere Oeffnung **a** kann die Compressionspumpe angeschraubt werden.

Letztere besteht aus einer genau cylindrisch ausgebohrten eisernen Röhre **C D**, worin ein mit geöltem Leder überzogener Kolben **c**, wie ein Spritzenkolben, an einer Stange auf und nieder geschoben werden kann. Ist letzteres der Fall, so communicirt die äußere atmosphärische Luft mit dem ganzen inneren Raume der Röhre **C D**. Drückt man den Kolben bis **c** in der Röhre hinunter, so preßt man die in letzterer enthaltene Luftsäule zu der Ventilöffnung **a** hindurch in die Windkammer hinein. Die Luft darin ist also schon jetzt etwas verdichtet. Zieht man den Kolben wieder bis über **d** zurück, so füllt sich die Röhre **C D** wieder mit Luft, die man durch Hinunterdrücken des Kolbens abermals in die Windkammer **A** stößt. Je mehr man dieses Pumpen fortsetzt, desto dichter wird die Luft in **A**. Es geht dasselbe natürlich immer schwerer, weil dann die schon stark verdichtete Luft dem Ventile **a** beim Oeffnen Widerstand leistet.

Man darf die Verdichtung nicht zu weit treiben, weil sonst die Spannung der Luft zu groß und das Gefäß zersprengt werden würde. Gewöhnlich weiß man, wie viel Mal man den Stempel niederdrücken darf, und bei guten Windbüchsen beträgt die Zahl der Stöße 60 bis 80. Befindet sich in der Windkammer, um das Ventil geschmeidig zu erhalten, statt Wasser etwas Oel, so entzündet es sich beim Pumpen (s. pneumatisches Feuerzeug), zersprengt dieselbe und setzt den Arbeiter in Lebensgefahr.

Nach Vollendung des Pumpens schraubt man die Röhre **C D** von der Windkammer wieder ab. Läge nun in dem Laufe **B** vor dem Ventile **b** eine Kugel, so würde diese von der ausdehnenden Kraft der verdichteten Luft gewaltsam fortgerissen, sobald sich das Ventil öffnete. Dieses

Oeffnen geschieht durch einen luftdicht in der Röhre angebrachten Stecher, welcher mit dem Flintenschlosse, an welchem nur zum Schein eine Pfanne mit Hahn und Stein sich befindet, in Verbindung steht. Durch Abdrücken am Schlosse öffnet der Stecher das Ventil auf einen Augenblick, um nur so viel verdichtete Luft herauszulassen, als zum Forttreiben der Kugel nöthig ist. Ist die Luft bis auf das Hundertfache comprimirt, so kann eine Kugel von $\frac{3}{8}$ Zoll Durchmesser mit einer Geschwindigkeit von etwa 600 Fuß fortgetrieben werden. Da jedes Mal nur wenig Luft verbraucht wird, so kann eine beträchtliche Zahl von Schüssen nach einander geschehen, jedoch ist es einleuchtend, daß die Kraft mit jedem Schusse abnimmt.

Die Ventile sind in den Windbüchsen gewöhnlich Kegelventile, wo in einer kegelförmigen Höhlung ein massiver messingener Kegel so liegt, daß er fest hineinschließen, aber auch so weit emporgehoben werden kann, daß die Luft durch die Oeffnung hindurch zu streichen vermag. Ein Knopf an einem kleinen Stiele, der durch einen Steg geht, setzt dem zu weiten Emporgehen die gehörigen Grenzen.

2. Der Heronsball, der Heronsbrunnen und Höll's Luftmaschine.

Der Heronsball ist in Fig. 8. Taf. VI. abgebildet, von Heron in Alexandrien erfunden und zuerst in seinen Libris spiritualium beschrieben; er kann bei Compressionsfontainen und Wasserkünsten Anwendung finden. Die Röhre **a c** ist in die hohle kupferne Kugel eingekittet, sie kann bei **b** durch einen Hahn verschlossen werden, endigt sich bei **a** in eine subtile Oeffnung, und reicht fast bis auf den Boden des Gefäßes. Wird die Kugel mit Wasser gefüllt, dann durch eine Compressionspumpe Luft hineingetrieben, so wird nach Oeffnung des Hahns die comprimirte Luft das Wasser mit Gewalt in die Röhre **c a** hinauftreiben und in die freie Luft spritzen. Statt der Kugel kann übrigens jeder beliebige andere luftdichte Behälter angewendet werden, und wenn darin die Luft einen Druck von 5 bis 6 Atmosphären erreicht, kann man das Wasser auf 100 Fuß und höher treiben.

In dem in Fig. 9. abgebildeten Heronsbrunnen oder Springbrunnen des Heron wird die Luft durch Wasserdruck

comprimirt. Von den beiden luftdichten, am besten aus Blech verfertigten Gefäßen A und B ist, ist das obere mit einem Deckel verschlossen, der einen etliche Zoll hohen Rand hat. Aus einer Oeffnung dieses Gefäßes tritt eine Röhre G H hervor, diese Röhre ist entweder eingelöthet oder eingeschraubt. In letzterem Falle bedarf der Deckel noch eine andere Oeffnung, durch welche man das obere Gefäß A mit Wasser füllen kann. Wenn diese Oeffnung verschlossen ist, so gießt man noch etwas Wasser auf den Deckel, das wegen des Randes bloß durch die in diesem Deckel sich öffnende Röhre C D in das untere Gefäß B hinabfließt und zwar so lange, bis es die untere Oeffnung D dieser Röhre, die nur wenig vom Boden des Gefäßes absteht, bedeckt hat. Alsdann fängt das Wasser an in dem oberen Gefäße A aus der Röhre G H lebhaft hervorzuspringen, und dieses Springen dauert so lange, bis die Oeffnung G der Röhre H G wieder vom Wasser frei wird.

Die Ursache hiervon ist leicht zu erklären. Das über die Oeffnung D gestiegene, obgleich wenige Wasser wird von dem durch die Röhre C D herabsinkenden Wasser mit einer großen Gewalt gedrückt, die aus der Höhe der Röhre und der Oberfläche B M zu schätzen ist. Durch diesen Druck wird die in B vorhandene Luft zusammengepreßt und hat keinen anderen Ausweg, als durch die Röhre E F, deren untere Oeffnung E immer wasserfrei bleibt, und deren obere F über dem Wasser in dem Gefäße A hervortritt. Die hier eingeschlossene Luft nimmt also an dem ganzen Drucke der Luft in B Antheil, und preßt das Wasser durch die Röhre G H zum Sprunge so lange, bis es in G fehlt, wo dann die Luft durch die Röhre G H hervordringt und sich mit der äußeren ins Gleichgewicht setzt. Es fällt leicht in die Augen, daß dieser Luftdruck ganz außerordentlich vermehrt werden kann, wenn die Röhre C D sehr lang, der Behälter B sehr weit und folglich die Oberfläche des in demselben eingeschlossenen Wassers sehr groß wird; man begreift aber auch leicht, daß alles auf dieselbe Weise von statten gehen muß, wenn die Luft in dem oberen Behälter zusammengepreßt, und ihr Druck durch eine niedersteigende Röhre der Luft in dem unteren Gefäße mitgetheilt wird. Dem in diesem Gefäße eingeschlossenen Wasser muß aber auch durch

eine Steigröhre ein Weg geöffnet werden, vermöge dessen es sich jenem Drucke entziehen kann.

Auf eine solche Einrichtung gründet sich die Höll'sche Luftmaschine, eine von dem Oberkunstmeister Höll erfundene Maschine, die zuerst in den Bergwerken bei Schemnitz in Ungarn eingerichtet und mit vielem Vortheil zum Bewältigen der Grubenwasser gebraucht wurde. Diese Maschine ist in Fig. 10. Taf. VI. abgebildet. Zwei große metallene Gefäße oder Kessel **A** und **B** sind durch eine Luftröhre **F G** mit einander vereinigt. Eine Einflußröhre **C D E** steckt mit ihrem, wie ein Knie gebogenen Ende mitten in dem oberen Theile des Kessels. Sie hat einen Hahn **S**, und oben zur Seite am Kessel befindet sich noch eine Röhre mit einem Hahne, den man zur Beschleunigung des ausfließenden Aufschlagwassers öffnet. Auch an dem Boden des Kessels ist noch eine Abflußröhre mit einem Hahne zur Ausleerung des Kessels angebracht. Der untere Kessel **B** enthält außer der Luft- oder Verbindungsröhre **F G** auch eine Trieb- oder Steigröhre **L M N**, worin das Wasser in die Höhe steigt. Unter dem knieförmig gebogenen Ende der Steigröhre, mitten auf dem unteren Kessel, ist ein metallenes Muschelventil angebracht, welches das in der Steigröhre befindliche Wasser nicht zurückfallen läßt. Auf dem oberen Theile des Kessels befindet sich noch eine Röhre mit einem Hahne, der bei Anlassung des unteren Kessels geöffnet wird. Ferner ist gegen die Mitte des Kessels eine andere Röhre **Q R** von dem Behälter des Grubenwassers dahin geleitet, durch welche das Grubenwasser mittelst eines Hahns **S** in den Kessel **B** kommt.

Die Dimensionen und Verhältnisse der vorzüglichsten Theile dieser Maschine sind folgende. Der obere geschlossene Kessel **A** hat 5 Fuß Höhe, im Durchmesser 4 Fuß 2 Zoll, und am Gewicht beinahe 100 Centner. Der untere Kessel **B** hat ebenfalls 5 Fuß Höhe, einen Durchmesser von 2 Fuß 8 Zoll und wiegt 50 Ctr. Jeder Kessel ist aus 3 Stücken zusammengesetzt, die mit Schrauben genau verbunden werden. Die Seitenwände sind $1\frac{1}{2}$, und der Boden $2\frac{1}{2}$ Zoll dick. Das eiserne Luftrohr **F G** ist $16\frac{1}{2}$ Lachter hoch, im Durchmesser oben bei **F** zweizöllig, gegen den unteren verjüngten Theil **G** aber nur einzöllig. Die Einflußröhren sind 40 Lachter hoch, haben im Durchmesser 6 Zoll

und sind 1 Zoll dick. Sie sind so eingerichtet, daß in der Höhe von 22 Lachtern die Maschine durch das Grubenwasser, oder bei dessen Ermangelung in der Höhe von 40 Lachtern durch das Tagewasser in Bewegung gesetzt wird. Die eisernen Steigröhren haben eine Höhe von 16 Lachter, $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und sind 1 Zoll dick. Der Behälter des Grubenwassers steht um 2 Zoll höher als der untere Kessel.

Die Wirkung der Maschine ist folgende. Das Gefäß B wird durch die Röhre Q R nach Oeffnung des Hahns S mit dem Grubenwasser des nahe dabei sich befindenden Sammelbehälters beinahe voll gefüllt. In das Gefäß A fällt Wasser durch die Röhre C D E von möglichst größter Höhe herab und drückt die Luft gewaltsam zusammen. Dieser Druck theilt sich durch die Röhre F G, der in dem unteren Kessel eingeschlossenen Luft, welche nun wieder durch ihren Druck das Wasser in die Steigröhre L M N treibt, wo es oben in O ausfließt. Zu dem Oeffnen und Verschließen der Hähne sind besondere Kunstwärter angestellt, die genau auf das Spiel der Maschine achten müssen und die einander durch Zeichen ihre wechselseitigen Verrichtungen zu erkennen geben. Der Effect der Maschine ist gar nicht gering. Wenn sie durch eine 22 Lachter hohe Wassersäule bewegt wird, so kann man mittelst derselben mit einem Hube 17 bis 19 Eimer Wasser in die Höhe schaffen; wird sie aber durch eine 40 Lachter hohe Wassersäule in Activität gesetzt, so werden mit einem Hube 19 bis 21 Eimer ausgegossen. In einer Stunde geschehen $22\frac{1}{12}$ Hübe, das Mittelverhältniß aus beiden Fällen ergäbe in einer Stunde 21 Hübe. Da die Maschine also in einem Hube 19 Eimer Wasser fortschafft, so werden in einer Stunde 399, in 24 Stunden aber 9576 Eimer Wasser ausgegossen. Was die angebrachte Kraft betrifft, so werden, um die Luft im oberen Kessel einmal zusammen zu drücken, 36 Eimer Anschlagwasser erfordert, in einer Stunde 756, in 24 Stunden aber 18144 Eimer.

Die Höll'sche Luftsäulemaschine ist später von Reichenbach, vorzüglich sinnreich aber von Prof. Schitko in Schemnitz verbessert worden.

3. Die Feuerspritzen.

Mit diesem Namen bezeichnet man eine, gewöhnlich auf einem mit Rädern versehenen Wagen angebrachte Maschine, mittelst welcher man einen unausgesetzten und starken Flüssigkeits-, meistens Wasserstrahl gegen einen brennenden Gegenstand treibt, um das Feuer zu löschen. Das Wasser ist hierbei dadurch wirksam, daß es dem brennenden Gegenstande die Luft abschneidet, weßhalb es ersterem in genügender Menge unausgesetzt und anhaltend zugeführt werden muß. Geringe Mengen Wasser in ununterbrochenen Aufgüssen auf ein verhältnißmäßig großes Feuer gebracht, löschen nicht, sondern verstärken das erstere, indem die brennenden Körper in diesem Falle das Wasser in seine Bestandtheile, Sauerstoff und Wasserstoff, zerlegen können. Um nun brennenden Gegenständen auf die oben angegebene Weise das Wasser in angemessener Menge zuführen zu können, sind die Feuerspritzen mit einem Windkessel versehen, worin die Luft comprimirt wird, in Folge dessen das Wasser, wie bei dem oben beschriebenen Heronsball, in einem anhaltenden Strahle ausgetrieben wird, dessen Hitze der Elasticität der Luft im Windkessel und der Weite des Mündungsrohrs entspricht. In Fig. 4. Taf. V. ist eine Feuerspritze abgebildet. a ist der Kasten, Spritzenkumen, in den das Wasser geschüttet wird. Soll die Spritze per Minute 15 bis 20 Kubikfuß Wasser ausgießen, so muß nach Bernoulli der Kasten wenigstens 30 Kubikfuß enthalten. b b sind die Pumpstiefel und c der Windkessel, d die Kolben, deren Stangen an einem langen Hebel befestigt sind, an dessen Enden bei f an Querstangen oder an einer Gabel Männer arbeiten. — Durch die Ventile g tritt das Wasser in den Stiefel, durch h in den Windkessel, durch i in die Steigröhre, deren Mündung mit einem konischen Spritzrohre k versehen ist.

4. Pneumatisches Feuerzeug.

Dasselbe besteht aus einem kleinen metallenen Cylinder, in welchem ein genau luftdicht schließender, unten mit einem Häkchen versehener Kolben auf und nieder geschoben werden kann. Befestigt man an dem Häkchen ein Stück Feuerschwamm, so wird solcher beim schnellen Hinabstoßen entzündet.

Man sehe hierüber noch die folgenden Artikel.

5. Heizung ohne Feuer.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß durch Verdichtung verschiedener Körper Wärme frei wird. Eine Eisenstange kann von geschickten Schmieden durch bloßes kaltes Hämmern zum Glühen gebracht werden, wodurch sie dichter und spröde wird. Da Gase, ihrer großen Elasticität wegen, in ungleich höherem Grade verdichtungsfähig sind als starre Körper, so wird durch ihr Zusammenpressen auch eine ungleich größere Menge Wärme frei. Beweise hierfür liefern das pneumatische Feuerzeug und die Entzündung des Oeles beim Pumpen der Windbüchsenflaschen. Wenn man die Luft in dem pneumatischen Feuerzeuge bis auf $\frac{1}{5}$ ihres Volumens schnell zusammendrückt, so fängt Zunderschwamm Feuer, dieser entzündet sich noch nicht auf schmelzendem Wismuth, also bei + 198° R., wohl aber auf schmelzendem Blei, + 260° R.; man kann also annehmen, daß Zunderschwamm ungefähr bei + 230° R. zu brennen anfange, folglich müssen durchs Zusammenpressen der Luft bis auf den fünften Theil ihres Volumens, oder bis auf ihre fünffache Dichtigkeit 230° Wärme und ungleich mehr noch frei werden, wenn die Verdichtung noch weiter, etwa auf das Zehn- oder Zwanzigfache ihrer atmosphärischen Dichtigkeit gebracht wird.

Weil die atmosphärische Luft sich um so mehr ausdehnt, oder um so dünner wird (s. oben), je mehr sie sich über die Oberfläche der Erde erhebt und um so mehr zusammengepreßt oder verdichtet wird, je näher sie dem Mittelpunkte der Erde dringt, so muß es auch aus diesem Grunde in den höheren Regionen der Luft kalt und tief, in der Erde warm sein. Gegründet auf diese Erfahrung, schlug Friedr. Leuchs im Handbuch für Fabrikanten eine »Heizung ohne Feuer« vor. Es heißt daselbst: »Bekanntlich wird beim Zusammendrücken der Luft so viel Wärme frei, daß man dadurch leicht, statt mit Feuer, heizen könnte. Drückt man gemeine Luft bis auf ein Fünftel ihres Raumes zusammen, so entzündet die dadurch frei gewordene Wärme Feuerschwamm, der sich nur auf geschmolzenem Blei, nicht aber auf geschmolzenem Wismuth entzündet, woraus folgt, daß die entstehende Wärme zwischen 232 und 283 Grad fällt. Da wir jetzt durch die hydraulische Presse und andere Kräfte im Stande sind, ohne viele Kosten Luft zusammen zu drücken, so könnte es, da wo Brennstoff theuer ist, vortheilhaft

sein, mittelst zusammengedrückter Luft zu heizen, wodurch Holz und Steinkohlen ersetzt würden.«

Wir stehen von weiteren Reflexionen über die Ausführbarkeit dieses Vorschlages ab, verweisen jedoch in dieser Beziehung noch den folgenden Artikel, nach welchem das Füllen und Entladen des zur Comprimirung der Luft bestimmten Gefäßes wenigstens nicht in dem Raume geschehen dürfte, an welchen die Wärme abgegeben, oder welcher geheizt werden soll.

Rebenstein hat in einer besonderen, 1835 in Nürnberg erschienenen Schrift diesen Gegenstand besprochen und als wohlfeile Triebkraft zum Comprimiren der Luft die flüssige Kohlensäure vorgeschlagen.

6. Erzeugung außerordentlich hoher Kältegrade und Gefrieren des Weingeistes durch schnelle Ausdehnung comprimirter Luft.

So wie bei der Verdichtung der Luft Wärme entsteht, so erscheint bei ihrer schnellen Verdünnung Kälte. Während des Auspumpens der Luft aus einer Glocke fällt das darin befindliche Thermometer um mehrere Grade. Gay-Lussac ließ stark verdichtete Luft aus einem Ballon in den andern, gleich großen luftleer gepumpten Ballon, überströmen, und bemerkte, daß das Thermometer in dem zweiten um eben so viele Grade stieg, als es in dem ersten fiel. Bei dem schnellen Entladen einer Windbüchsenflasche entsteht häufig Eis an der Mündung. Umgekehrt wie beim Compimiren der Luft viel Wärme frei wird, müssen demnach beim Ausdehnen derselben auf ihr fünffaches Volumen oder bis zum fünften Theile ihrer Dichtigkeit 230° R. Wärmestoff gebunden, und wenn also die vorher comprimirte Luft bis auf 0 abgekühlt war, durch diese Verdünnung eine Kälte von — 230° R. hervorgebracht werden. Stellt man sich nun vor, daß man Luft in einer hohlen Metallkugel bis auf ihre 20- oder 50fache Dichtigkeit zusammengepreßt habe, und ihr, nachdem man sie durch andere Mittel möglichst abgekühlt hat, durch eine geräumige Oeffnung schnell den Ausgang gestattete, so wird in der Kugel eine Kälte von mehreren tausend Grad unter 0 entstehen müssen.

Der schwedische Physiker Edelcranz und nach ihm Gay-Lussac schlug vor, verdichtete Luft aufs höchstmöglichste abzukühlen und sie darauf sich dergestalt schnell aus-

dehnen zu lassen, daß sie, heftig zerfließend, über andere Materien, z. B. tropfbare Flüssigkeiten, hinwegströmend und ausdehnsam fließend, sich von deren Grenzen entferne, wodurch dann die Abkühlung des Gefäßes und seines Inhaltes bis zu einer Temperatur-Erniedrigung führen müsse, die fast grenzenlos sei. Eine ähnliche Idee scheint der geheim gehaltenen Vorrichtung zum Grunde zu liegen, wodurch der schottische Physiker Hutton Alkohol zum Gefrieren brachte.

7. Comprimirte Luft zur Beförderung von Imprägnationen.

a) Bei der Holzconservation.

Der Franzose Breant bediente sich anfänglich des mittelst Dampf erzeugten Vacuums, um Holz mit conservirenden Flüssigkeiten, Leinöl und Harzen, Salzen ꝛc., zu tränken. Später bediente er sich mit ungleich kräftigerem Erfolge eines Metallcylinders, in welchen er das Holz luftdicht einschließt, umgiebt es mit der Conservationsflüssigkeit und preßt dann mittelst einer Compressionspumpe Luft so lange ein, bis sie einen Druck von 4 Atmosphären erlangt. Das solchergestalt bearbeitete Holz zeigt sich von der conservirenden Flüssigkeit durch und durch so kräftig und gleichmäßig imprägnirt und gewinnt dadurch an Haltbarkeit dermaßen, wie es auf keine andere Weise möglich ist.

b) Bei der Stärkefabrikation.

Der Apotheker Martin in Vervins erfand ein Verfahren der Stärkebereitung aus Waizenmehl, welches man vollständig in der beim Verleger dieses erschienenen Schrift »Dr. G. Murrhard neu erfundenes Verfahren der Fabrikation der Stärke aus Waizen, 1848« beschrieben findet. Das Waizenmehl wird dabei durch Ankneten zu einem Teig und Auswaschen desselben auf einem feinen Drahtsiebe in Stärkemehl und Kleber geschieden.

Etienne und Thomas wollten dieses Verfahren statt auf Waizenmehl einfacher und wohlfeiler auf geschrotenen Waizen anwenden. Hierbei zeigte es sich, daß die Stärke aus dem Waschwasser sich gar nicht absetzen wollte, was man einem Gehalte desselben an Dextrin und Diastase in Folge des mehrtägigen Macerirens des Waizens in Wasser zuschrieb. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes, zur Verhütung von Gährung und Dextrinbildung wandte daher Tho-

mas das Einquellen des Waizens unter Luftdruck an. Er verwendet zum Einweichen ein starkes, inwendig mit Bleiblech ausgelegtes Faß an, füllt dieses zu drei Vierteln mit Waizen und läßt so viel Wasser hinzu, daß letzterer gerade bedeckt ist. Das Faß wird hierauf mit einem gut schließenden Deckel luftdicht verschlossen und durch eine Compressionspumpe so viel Luft in dasselbe gepreßt, daß der Inhalt bei einer Temperatur von höchstens 50° C. sich unter einem Drucke von 15 bis 20 Atmosphären befindet. Nach vier bis fünf Stunden ist der Waizen so angeschwollen, daß er den ganzen Raum des Fasses ausfüllt und eben so weich, als wenn er nach der gewöhnlichen Methode vier bis fünf Tage eingeweicht worden wäre.

c) Andere Imprägnationen mit Luftdruck.

Es kommen im gewerblichen Leben noch sehr viele ähnliche Fälle vor, wo es sich darum handelt, einen Körper gleichmäßig durch seine ganze Masse mit Flüssigkeiten zu schwängern, z. B. bei der Lohgerberei ꝛc., wo die Felle unter starkem Drucke vielleicht noch schneller und kräftiger von der Lohbrühe durchdrungen werden als im Vacuum.

Wir unterlassen es, die mancherlei hierher gehörigen technischen Operationen auszumitteln und hier aufzuführen, da jeder Gewerbtreibende selbst im Stande sein wird, aus der allgemeinen hier angeführten und beschriebenen Imprägnationsmethode mit Luftdruck die Möglichkeit einer vortheilhaften speciellen Anwendung auf sein Geschäft zu abstrahiren. Uebrigens bemerken wir noch, daß von dem Luftdrucke zur Erleichterung chemischer Verbindungen, wie bei der Seifenfabrikation, und Trennungen, wie oben beim Waizen, immer nur dann vortheilhafte Anwendung zu machen sein wird, wenn die Operationen in der Kälte ausgeführt werden. — Bei denjenigen, welche Siedehitze erfordern, ist der Dampfdruck, wie im Papinschen Topfe, einfacher und vortheilhafter.

Nachträglich mag noch erwähnt werden, daß in England schon öfter Patente auf sogenannte Schnellgerbprocesse genommen wurden, welche darauf beruhen, daß die Häute sackförmig zusammengenäht, oder auf andere Weise, z. B. durch Rahmen zusammen gehalten und diese Säcke dann mit der Gerbeflüssigkeit gefüllt werden. Die Flüssigkeit durch-

bringt vermöge des hydrostatischen Druckes die Häute, an die sie beim Durchsickern einen Theil ihres Gerbestoffs abgiebt. Peachy's zu Williamsburg in den Verein. Staaten patentirte Methode ist nichts anders als diese, nur daß er den hydrostatischen Druck vermittelst einer Druckpumpe erhöht.

Francis Gibbon Spilsbury in England ist einer der glücklichsten Beförderer dieser neuen Methode. Die zuvor ganz wie sonst zubereiteten Häute werden über viereckige Rahmen von Holz, Kupfer oder Eisen gespannt, welche jedoch im letztern Falle überfirnißt sein müssen, damit das Leder keine Flecke bekommt. An den äußeren Seiten sind Oehre oder Ringe angebracht, um die zur Befestigung des Felles dienenden Schrauben durchzulassen. Die über die Rahmen gespannten Felle werden nun dergestalt angeordnet, daß man allemal zwischen zwei dergleichen einen leeren Rahmen bringt, der an seiner oberen Seite mit zwei, an der unteren mit einer, mit einem Hahn versehenen, Röhre ausgestattet ist und diese drei Stücke fest an einander befestigt, so daß zwischen den beiden Fellen ein leerer geschlossener Raum entsteht. In diesen wird nun mittelst einer Spritze durch eine der oberen Röhren die gerbstoffhaltige Flüssigkeit eingetrieben, wobei die Luft durch die zweite obere Röhre entweicht, der Hahn der unteren, nur zum Ablassen dienenden, aber geschlossen ist. Ist der ganze Zwischenraum angefüllt, so wird die zweite obere Röhre geschlossen und nun durch die Wirkung der Druckpumpe die Einwirkung der Flüssigkeit auf die Häute erhöht. Daß dieses geschieht, sieht man bald an den auf der äußeren Fläche der Häute zum Vorschein kommenden Wassertropfen. Die Dauer der Operation ist nach der Größe des angewandten Druckes, so wie nach der Dicke und Consistenz der Häute verschieden. Wenn man glaubt, daß sie beendigt sei, nimmt man die Felle ab, reinigt sie auf beiden Seiten und trocknet sie. Nach dem Trocknen können sie unmittelbar in den Handel gebracht werden. Ein vorgängiges Kalkbad darf bei dieser Methode nicht angewendet werden.

Das auf diese Weise erzeugte Fabrikat soll sich durch seine Stärke und Feinheit sehr auszeichnen. Daß die Form der Rahmen und mancher andere Umstand bei dieser Methode viele Abänderungen erlaubt, ist leicht einzusehen. Un-

ter andern soll ein englischer Fabrikant diese Methode mit der älteren in Verbindung anwenden, indem er die Häute erst, wie vorhin beschrieben, behandelt und dann in die Lohgrube bringt. Geschieht letzteres nicht, so ist natürlich neben dem Drucke ein zweites Bedingniß, nur concentrirte Lohbrühe anzuwenden, welche Gerbestoff genug enthält, um alle Theile der Häute vollständig in Leder umwandeln zu können.

8. Anwendung der comprimirten Luft als Triebkraft für Maschinen.

Die bereits im Eingange hinlänglich erläuterten Eigenschaften der Luft, ihre Compressions- und Expansionsfähigkeit motivirt zur Genüge die Vermuthung, daß sich dieselbe, gleich wie in der Windbüchse zum Schießen, unter Anwendung zweckdienlicher Mittel auch als Triebkraft für Maschinen werde anwenden lassen. Obgleich nun bereits praktische Resultate über einzelne dieserhalb angestellte Versuche vorliegen, welche die Anwendbarkeit derselben zu diesem Zwecke außer allen Zweifel setzen, so läßt sich doch mit zuverlässiger Gewißheit behaupten, daß der Vortheil, welcher auf diesem Wege zu erlangen ist, immer nur ein bedingter bleiben wird, indem die Wirkung nicht größer sein kann als die Ursache, und daß diejenige Kraft, welche zum Comprimiren der Luft erfordert wird, wenigstens eben so groß sein muß, als diejenige, welche die comprimirte Luft äußern kann. Die comprimirte Luft als Triebkraft wird daher nur in solchen Fällen wirklichen Nutzen gewähren, wo man die zum Comprimiren erforderliche Kraft anderweit kostenfrei haben kann und erstere an entfernten Orten wirken lassen will; denn wollte man z. B. ein Wassergefälle oder eine Dampfmaschine dazu anwenden, um indirekt erst durch Comprimiren von Luft eine Kraft hervorzubringen, welche gleich an Ort und Stelle wirken soll, so würde man natürlich viel einfacher und wohlfeiler sich direkt gleich der ersteren als Betriebskraft bedienen können und dadurch Kosten und Kraftverlust vermeiden. Nie wird daher die Anwendung der comprimirten Luft, gleich der bereits im vorigen Abschnitte beschriebenen Methode, durch Wärme expandirte Luft statt des Dampfes zu verwenden, welche wie dort entwickelt wurde, wirkliche Vortheile gewährt, im Stande sein, mit gleichem Erfolge die zu ihrer Ausbildung noch aufzuwendende Mühe so zu verlohnen, wie

es von der letzteren unbezweifelt zu erwarten ist. Demungeachtet aber kann sie aus den oben beregten Gründen als Betriebskraft auf Eisenbahnen sehr zweckmäßig und in sofern auch vortheilhaft benutzt werden, als gerade hier ihre Wirkung an einem stets wechselnden Orte sich äußern soll, und zu ihrer Comprimirung die wohlfeilen Kräfte des Wassers und des Windes benutzt werden können, welche beide eine Transmission an entfernte Plätze eben so wenig als eine Locomotive zulassen.

Herr Crelle hat vor einigen Jahren eine Schrift herausgegeben, »Ueber die verschiedenen Arten, die Spannkraft der atmosphärischen Luft als bewegende Kraft auf Eisenbahnen zu benutzen.« Diese Schrift beginnt mit der Bemerkung, die atmosphärische Luft habe mit dem Wasserdampf die Eigenschaft völlig gemein, daß ihre Spannkraft in dem Verhältniß der Dichtigkeit steht, welche der einen oder der anderen der elastischen Flüssigkeiten durch Zusammenpressung oder Verdünnung gegeben werden mag, auch eben sowohl die Spannkraft der Luft, wie die des Dampfes zur bewegenden Kraft auf Eisenbahnen sich müsse benutzen lassen, und zwar würde sich die Luft noch technisch bequemer benutzen lassen als der Dampf, da luftdichte Behälter und Kolben leichter zu verfertigen und dauerhafter sind als dampfdichte Behälter und Kolben. Die Anwendung der Luft würde aber mehrere andere wesentliche Vorzüge vor der des Dampfes haben. Es würde sich z. B. zur Bewegung der feststehenden Maschinen, welche die Luft zusammen zu pressen oder zu verdünnen bestimmt sind, außer der Dampfkraft auch die Kraft von Wassergefällen, wo dergleichen vorhanden sind, wo Zugschienen und selbst hülfsweise die Kraft des Windes benutzen, also Brennstoff ersparen lassen; das Feuer würde von den Eisenbahnen ganz entfernt, also sehr bedeutend an Sicherheit und Gefahrlosigkeit derselben gewonnen werden; die stehenden Maschinen würden dauerhafter sein als die fahrbaren u. s. w. Uebrigens habe jetzt, bemerkt die Schrift, die Eisenbahn bei Dublin, zwischen Kingstown und Dalkay, welche schon seit längerer Zeit im vollen Betriebe ist, und auf welcher statt der Dampfkraft die Spannkraft der Luft dient, die technische Möglichkeit dieser Benutzung der Elasticität der Luft durch die That bis zur Evidenz erwiesen und es sei daran kein Zweifel mehr.

Die Schrift zählt hierauf zunächst von den verschiedenen Arten, wie sich die Luft an der Stelle des Dampfes werde benutzen lassen, diejenigen auf, von welchen bisher hier und da die Rede gewesen ist. Von jenen beschreibt der Verfasser fünf verschiedene Vorrichtungen, unter welchen er der letztern den Vorzug giebt. Es ist folgende: Man kann die Luft, statt in einer längs zwischen den Schienen liegenden Röhre, in einzelnen, 15 bis 20 Fuß langen, etwa 2 Fuß im Durchmesser haltenden Cylindern von starkem Eisenblech, mit halbkugelförmigen Enden, zusammenpressen und dergleichen einzelne Behälter auf dem Luftwagen selbst, und vielleicht noch auf einen oder zwei ihm angehängte Wagen legen und aus diesen Cylindern der Maschine die nöthige Kraft schöpfen lassen. Dann fällt die Röhre zwischen den Schienen weg und die Anordnung ist ganz die einer gewöhnlichen Dampfwagen-Eisenbahn, nur mit dem einzigen Unterschiede, daß zusammengepreßte Luft an die Stelle des Dampfes tritt.

Uebrigens soll nach Leuchs der erste, welcher diesen Vorschlag, und zwar schon vor etwa 30 Jahren, gemacht hat, wahrscheinlich der Herr v. Bader in München sein.

Seit Jahren schon beschäftigen sich in Frankreich die Herren Andraud und Tissié du Motay mit Versuchen, die comprimirte Luft als Triebkraft zu benutzen. Dieselben schrieben über die Erfolge ihrer Bestrebungen folgendes Werk: »Ueber die comprimirte Luft als universelle Triebkraft und unentgeltliches Ersatzmittel der Dampfkraft in ihrer Anwendung auf feststehende Maschinen, auf Locomotiven, sowohl bei Eisenbahnen als gewöhnlichen Landstraßen, auf Schifffahrt, Luftschifffahrt, Landwirthschaft, Vertheidigung der Festungen, auf Bergbau, Bohrversuche, pneumatische Bahnen zur blitzschnellen Beförderung der Briefe u. s. w., oder über die unentgeltliche Ansammlung und Aufspeicherung natürlicher Kräfte. Deutsch von Dr. C. H. Schmidt. Ilmenau 1841.«

Es sind über diese Schrift nach dem Kataloge des Verlegers mehrere interessante Recensionen erschienen, von denen wir im Interesse unserer Leser einige anführen wollen. Der Hamburger Corresp. 1841, Nro. 247 sagt: »So eine große Rolle auch der Druck der Luft in der Industrie gespielt hat, z. B. bei der Windbüchse, bei den Orgeln, beim Heronsball,

beim Schiffssegel u. s. w., so ist sie bisher doch noch nicht als ein Repräsentativzeichen aller Kräfte für die Bedürfnisse der Industrie hergestellt worden, wie es das Geld für alle Werthe ist. Darum ist die Idee der Anwendung der comprimirten Luft eine höchst sinnreiche Idee, die der Verfasser hier mit großer Klarheit und Wärme entwickelt hat, besonders, da er nicht dabei stehen blieb, die Ausführbarkeit derselben zu demonstriren, sondern sie auch in der praktischen Anwendung aller mechanischen Potenzen zu zeigen rc. Somit hat er und mehrere Andere bereits den praktischen Beweis geliefert: daß sowohl die Dampf- als die Pferdekraft durch comprimirte Luft mit Ersparung der enormen Wasservorräthe, der Steinkohlen, der gefräßigen Oefen, Schlote, der schweren Kessel rc. füglich ersetzt werden kann.«

Der Helios 1841, Nro. 15 sagt: »Bald wird der Dampf seine große Rolle ausgespielt haben und eine Kraft wird an dessen Stelle treten, welche überall schon vorhanden und fast kostenfrei zu haben ist. Wie? das ist von dem Herausgeber dieses Werkes durch höchst anziehende Versuche dargethan, und ihre Anwendbarkeit im Großen ist um so weniger zu bezweifeln, als sie sämmtlich auf dem sicheren Grunde mathematischer Berechnung beruhen; dieser höchst wichtige Gegenstand verdient die allgemeinste Beachtung.«

Das Braunschweiger Archiv für Kunst sagt: »Keinen Dampf mehr! keine Vergeudung ungeheurer Massen Brennmaterials, wo die Natur kostenlose Kräfte als Ersatzmittel der Dampfkraft darbietet und der Arme friert! Bald werden Deutschlands Regierungen nach diesem Werke die Anwendung der comprimirten Luft als Triebkraft befördern und dadurch die Armuth wohlfeileres Brennmaterial erhalten.«

Wir beziehen uns einfach auf unsere oben angeführten Ansichten über die Erwartungen, welche man von der comprimirten Luft als Triebkraft zu hegen berechtigt ist, und tragen kein Bedenken, nachträglich uns noch dahin auszusprechen, es werde mit Anwendung dieser Kraft eben so gehen wie mit dem Perpetuum mobile, indem die Wirkung nie größer sein kann als die Ursache und das Zusammenpressen der Luft eben so viel Kraft erfordert, als sie im Zustande der Comprimirung äußern kann, womit alle Leser

einverstanden sein werden, die nur mit den Anfangsgründen der Mechanik vertraut sind.

Eine andere Recension des Andraudschen Werkchens, die wir in dem beregten Kataloge vermissen und die mit unserem Urtheil völlig übereinstimmt, ist die von Leuchs, pol. Zeit. 1841, S. 32, dem man das Zugeständniß machen muß, daß die Masse der von ihm ausgegangenen Ideen und Vorschläge sinnreich und meistens höchst praktisch sind. Er sagt: »Daß die comprimirte Luft als Bewegkraft benutzt werden kann, ist nicht neu, auch ist in der Windbüchse schon lange von dieser Kraft Gebrauch gemacht. Aber um sie zu erhalten, gehört 1) eine ungleich größere Kraft zum Zusammendrücken derselben, 2) ein starkes Gefäß, um die zusammengedrückte Luft aufzubewahren, 3) eine Vorrichtung, durch welche sie beim Freiwerden nach und nach ihre Wirkung äußert. Keine dieser Schwierigkeiten hat der Verfasser gehörig beachtet, der Enthusiast für die Sache ist, aber das vor ihm Geschehene so wenig kannte, daß er glaubte, er sei der Erste, der auf den Gedanken gekommen, die Macht der Luft als Triebkraft zu benutzen. Er will die Luft durch Wasser- und Windmühlen zusammendrücken, was nach ihm keine Kosten macht, eine Behauptung, die nicht einmal dann dann streng wahr ist, wenn man die überflüssige Kraft schon bestehender Mühlen dazu anwenden wollte. In den Behältern, in welchen die zusammengedrückte Luft aufbewahrt ist, wird sie dann an den Ort gebracht, wo man sie als Bewegungskraft gebraucht. Alles das ist gut und der Verfasser hat einige vielleicht anwendbare Ideen, aber die Praxis wird noch viel zu thun haben, bis etwas davon verwirklicht werden kann.«

Wir geben über die Bestrebungen von Arnauld und Tessié du Motay den in den Comptes rendus XII. p. 894 — 899 enthaltenen Bericht von Arago, Poncelet, Piobert und Séguier, aus welchem man das Wissenswerthe aus dem Gange ihrer Arbeiten und deren Erfolgen entnehmen kann. Es war im Jahre 1840, als Herr Arnauld der Akademie einen gedruckten Bericht einreichte, in welchem er allgemeine und rein theoretische Ansichten über die mehrfachen Vortheile entwickelte, welche die Industrie durch Anwendung des Luftdruckes als bewegende Kraft gewinnen könnte. Zu jener Zeit beschäftigte sich Herr Tessié du Mo-

tay, in einer Entfernung von mehr als 100 Meilen von Paris, mit Arbeiten, die den Vorschlägen des Herrn Arnauld analog waren. Die vollkommene Uebereinstimmung der Meinung über ein und denselben Gegenstand führte sie bald zusammen und bewog sie, gemeinschaftlich eine Reihe von Experimenten zu unternehmen, welche dem neuen dynamischen System als Basis dienen könnten. Nach mehr als einjährigen fleißigen Arbeiten über den Hochdruck der Luft, über die Form und den Stoff der zum Einschluß derselben geeignetsten Gefäße, über die Mittel zur Regulirung der Ausströmung auf eine Art, um die von dem Dampfe erzeugten Wirkungen zu erzielen, nachdem versuchsweise ein Apparat zusammengestellt worden war, der in den Stand setzte, die Ausdehnungskraft der erhitzten Luft, so wie ihre comprimirende Gewalt gleichzeitig zu benutzen, wurden verschiedene Anwendungen der neuen Kraft versucht, nämlich, Wasser zu heben, Gegenstände fortzuschleudern, so wie auch einen Wagen auf einer Eisenbahn in Bewegung zu setzen. Die Erbauer haben sich niemals die Schwierigkeiten verhehlt, welche die praktische Lösung dieses Problems darbietet. Die Andeutungen der Wissenschaft über die Eigenthümlichkeiten der Luft, von dem Mariotte'schen Gesetze bis auf die neuen Entdeckungen von Biot und Arago stimmen überein, um sie theoretisch eines glücklichen Erfolges der Unternehmung zu versichern — aber welche materiellen Hindernisse bei der Ausführung!

Nie gab es eine verwickeltere Frage; zuerst mußte man sich durch Experimente, die für gefährlich galten, überzeugen, daß die Luft bis zu einem hohen Grade in Gefäßen von mäßiger Schwere zusammengepreßt werden kann; denn, wenn man eine natürlich scheinende Analogie zwischen Behältern für comprimirte Luft und Dampfkesseln hätte aufstellen wollen, wenn man dieselben Explosionsgefahren bei denselben Druckverhältnissen zu fürchten gehabt hätte, so würde man nie haben daran denken dürfen, die Luft als bewegende Kraft zu benutzen, denn bekanntlich springen die Dampfkessel schon bei einem anscheinend sehr niedrigen Drucke, und um eine reelle Wirkung von einer gewissen Luftmasse zu erhalten, muß dieselbe bis zu 30 bis 40 Atmosphären condensirt sein. Die erste Reihefolge der Experimente hat über diesen Punkt vollkommen beruhigt; die Behälter, die

ungefähr 100 Litres faßten, haben, obschon sie nur aus ziemlich dünnem, 2 Millimetres starkem Blech bestanden, fortwährend einen Druck von 30 bis 35 Atmosphären ausgehalten. Um die äußerste Grenze des Widerstandes kennen zu lernen, steigerte man eines Tages den Druck so hoch, daß er die Scale des Manometers, welche bis 75 Atmosphären zeigt, überstieg. Das der Probe unterworfene Gefäß gab dann nach, aber nicht auf dem Wege der Explosion, sondern auf dem des Spaltens, indem eine kaum sichtbare Ritze entstand, welche die Luft mit einem sehr lauten Pfeifen entweichen ließ. Diese Thatsache hat zu der Annahme geführt, daß wenn Dampfkessel bei niedrigem Drucke springen, dieses nicht der normalen Expansion des Dampfes, sondern dem plötzlichen Hinzutritte der elektrischen Kraft zugeschrieben werden muß.

Demnächst waren die Mittel zur Compression zu untersuchen; die Frage über die Druckpumpe ist sehr wichtig und kann als die Basis der neuen aerodynamischen Wissenschaft angesehen werden. Die Genannten waren so glücklich, sich im Verlaufe ihrer Experimente zweier sehr starker Pumpen bedienen zu können, die nach dem besten Systeme, welches bis jetzt bekannt ist, construirt waren. Nichtsdestoweniger nahmen sie zu großem Erstaunen bald wahr, daß diese Pumpen bei hohem Drucke eine bedeutende Wärme erzeugten, und daß sie, als es zum Treffen kam, höchstens 25 Procent der Kraft wiedergaben, die angewendet worden war, um sie in Bewegung zu setzen. Man kam zu der Einsicht, daß das bezeichnete Uebel der unteren Klappe zuzuschreiben war. Diese hat eine conische Form, deren gegen die Pumpe gekehrte active Fläche höchstens den vierten Theil der gegen den Behälter gekehrten Reactionsfläche beträgt, woraus folgt, daß, um im letztern z. B. 30 Atmosphären zu bekommen, die Pumpe an sich selbst eine vierfache Anstrengung, nämlich eine von 120 Atmosphären machen muß. Daher die schnelle Erhitzung, die unnütze Ausdehnung der Luft und der große Verlust an comprimirter Kraft. Nachdem es durch Abänderung dieses Umstandes möglich geworden war, regelmäßig eine auf 25 Atmosphären comprimirte Luft (mehr war zu den Versuchen nicht nöthig) zu bekommen, wurde zu einigen Anwendungen der neuen Kraft geschritten.

Die Grenzen, auf welche sich die vorliegende Notiz beschränken muß, erlauben nicht, in allzu große Einzelnheiten bei diesen Anwendungen einzugehen, die Verf. führen daher nur die aerohydraulische Pumpe an, in welcher die comprimirte Luft, indem sie die Stelle des Kolbens vertritt, das Wasser zu einer unbeschränkten Höhe emportreiben kann, eben so wie die Kanone mit vermehrter Kraft, in welcher die comprimirte Luft zu einem beliebigen Grade, z. B. 30 Atmosphären durch Rückwirkung auf sich selbst, ihren Druck verzehn=, ja verhundertfachen kann und zwar augenblicklich und ohne Gefahr, so daß man mit diesem Apparate die Kraft des Pulvers erreichen und übertreffen kann. In den chemischen Laboratorien der Erfinder kann man die Liquefaction und Consolidation der zu dieser Umbildung fähigen Gase mit Sicherheit erreichen. Vor der Hand werden auch nur die aeolische Turbine und das Fluvialrad erwähnt, zwei neue mechanische Agentien, welche vorgeschlagen werden, um auf sehr ausgedehnte Weise die Kraft des Windes und die des laufenden Wassers nutzbar zu machen.

Der Luftwagen ist endlich der Hauptgegenstand der Experimente gewesen. Es war nicht die Absicht, einen Wagen herzustellen, welcher durch die Uebereinstimmung und das richtige Ebenmaß seiner Theile als Muster dienen sollte; nur die Thatsache sollte constatirt werden, daß die ausdehnende Kraft der Luft, wenn sie auf das Ziehen der Wagen angewendet wird, dieselbe Regelmäßigkeit und dieselbe Geschwindigkeit der Bewegung erzeugt wie der Dampf, und zwar mit dem unermeßlichen Vortheil, daß man nicht die schweren Stoffe, welche die Kraft erzeugen, mit sich zu führen braucht. Diese Locomotive kann außer dem dazu gehörigen Apparate acht Personen tragen, sie ist 3 Metres lang, 2 Metres hoch und 1,50 M. zwischen den Schienen breit. Fünf von den Recipienten sind unter dem Wagen angebracht; die Luft geht, ehe sie in die Körper der Pumpen tritt, welche die Räder drehen, durch den Regulator, einen Mechanismus, mittelst dessen die Luft sich selbst einen Durchgang öffnet, welcher größer wird in dem Verhältnisse, wie der Druck abnimmt, so, daß der Stoß stets die halbe Stärke behält und der Maschine eine gleichförmige Bewegung mittheilt. Auf diese Weise fährt man bloß mit comprimirter Luft. Wenn man aber gleichzeitig die Eigenschaft

der Luft, sich durch die Hitze auszudehnen, benutzen will, muß man sie beim Heraustreten aus dem Regulator durch den Dilator gehen lassen, der in einer Art zwischen dem Körper der Pumpe angebrachten Schlangenröhre besteht. — Dieser Apparat ist so eingerichtet, daß die Luft, ungeachtet ihrer widerstrebenden Beschaffenheit, sich darin mit außerordentlicher Schnelligkeit ausdehnt. Gleich bei dem ersten Versuche stieg ihre Kraft von 1 auf 2,29. Man kann vielleicht auf diese Weise den Druck der comprimirten Luft verdrei- und sogar vervierfachen. Der Wagen fährt daher bald kalt, bloß mit comprimirter Luft, bald mit comprimirter und ausgedehnter Luft. Diese letztere Verbindung ist es, welche man in Anwendung bringen muß, wenn man sogleich einen reellen Nutzen der Luftwagen erlangen will, wenigstens so lange, als die Kunst des Comprimirens noch nicht den angedeuteten Grad der Vervollkommnung erhalten haben wird. Sobald als man einfache Mittel besitzen wird, schnell zu einem hohen Drucke zu gelangen, wird man die Ausdehnung bei Seite setzen können; übrigens kann aber auch die Ausdehnung auf diesen günstigen Punkt gelangen und dann würde die Compression zu beseitigen sein. Diese Lösung des Problems wäre die fruchtbarste.

Der erfundene Wagen ist eine Art von Locomotive-Waggon, weil er gleichzeitig die Reisenden und die ihn bewegende Kraft trägt. Im Vergleich mit einer Dampf-Locomotive ist er außerordentlich leicht, und es ist demnach eine große Ersparniß bei Erbauung der Eisenbahnen möglich, welche, unter gewissen Umständen, einen Fall von 15 — 20 Millimetres per Meter haben können. In Vorbedacht dessen ist unter dem Wagen ein besonderer Recipient angebracht, welcher einen Vorrath von sehr stark zusammengepreßter Luft enthält, deren man sich bedienen wird, wenn es nöthig ist, einen Ruck zu geben, um über eine Anhöhe hinweg zu kommen. Dieses isolirte Gefäß heißt das Gebirgspferd (le cheval de montagne).

Der allgemeine Mechanismus des Wagens ist durch Vereinfachung ebenfalls verbessert worden. So sind die excentrischen Scheiben in Wegfall gebracht, welche bei Dampf-Locomotiven die Schieber der Pumpen öffnen und schließen; hier verrichtet der Kolben selbst diese Arbeit und man sieht nur die Kurbelstange arbeiten. Die beiden Rä-

der, welche die Bewegung fortpflanzen, sind von einander unabhängig; die beiden freien Räder gehen um ihre Zapfen und parallel, damit sich der Wagen in den kleinsten Krümmungen umdrehen kann, denn nach der Voraussetzung werden die Luftwagen eines Tages Eisenbahnen auf macadamisirten Straßen befahren. Zu rechter Zeit einen Hahn auf- und umzudrehen, darin besteht die ganze Arbeit, welche die Leitung der Luftwagen erfordert; man braucht nur das Spiel der Schieber zu ändern, und die Wagen schlagen die entgegengesetzte Richtung ein; ein verständiges Kind kann sie führen. Was die Geschwindigkeit betrifft, so giebt es keine Grenzen dafür als die, welche die Klugheit vorschreibt; denn es ist klar, daß man, weil ein weit höherer Druck zu Gebote steht als bei dem Dampfe, die Bewegung ganz nach Willkür beschleunigen kann.

Vor der Hand läßt es sich noch nicht genau bestimmen, wie lange die Arbeit eines gut gebauten Luftwagens anhält. So viel sich aus den ersten Versuchen schließen läßt, wird man in einer Füllung 3 — 4 Lieus zurücklegen können. Diese Füllung der bewegenden Kraft wird mittelst großer, in verschiedenen Entfernungen am Rande des Wagens aufgestellter Behälter geschehen. Diese Behälter werden durch die kostenfreie Arbeit von äolischen und hydraulischen Rädern gespeist, oder auch, wo es nöthig ist, durch Dampfmaschinen. Einige Sekunden werden zur Füllung der Wagen bei jeder Station hinreichen.

In der Voraussetzung eines organisirten Dienstes wird jeder Locomotiven-Waggon mit 20 — 30 Passagiren, allein und von 5 zu 5 Minuten abgehen können, ein Vortheil, den die jetzigen Eisenbahnen nicht darbieten, besonders, wenn die Dampfwagenzüge eine geringe Strecke zurückzulegen haben, weil durch die Verzögerung des Abgangs die Zeit, welche man durch die Schnelligkeit der Fahrt gewinnt, wieder verloren geht.

Die Ersparnißfrage kann nicht in Zweifel gezogen werden, wenn man zum Comprimiren der Luft, der einzigen mit Kostenaufwand verknüpften Arbeit, die kostenfreie Kraft des Windes und des Wassers anwendet. Müßte man aber wirklich den Dampf zur Ausführung dieser Arbeit zu Hülfe nehmen, so würde die neue Locomotionsmethode immer noch den Vorzug behalten, aus dem Grunde, weil der Luftwagen

nicht die gewichtigen Apparate und schweren Materialien zur Hervorbringung der bewegenden Kraft mit sich zu führen haben. Zweitens kostet die Kraft einer feststehenden Dampfmaschine sechs bis sieben Mal weniger als dieselbe Quantität der durch eine Dampf-Locomotive erzeugten Kraft. — Uebrigens wird die Anwendung der Dampfmaschinen zur Anhäufung der Luft in den Behältern nur einstweilig sein; man wird zu den Kräften der Natur greifen, welche niemals versiegen, dahingegen die Steinkohle, die sichere Basis der Industrie, durch die Erschöpfung der Gruben ausgehen wird, und diese Erschöpfung muß nothwendig stattfinden. Das Resultat der Experimente, welche angestellt worden sind, hat den Erwartungen in allgemeiner Hinsicht ziemlich entsprochen.

Wir beschließen hiermit diese Abhandlung, deren weitere Ausführung nicht minder wie die Anwendung der durch Wärme expandirten Luft als Triebkraft ein besonderes Werkchen ausfüllen würde und nehmen von dem Leser mit dem Wunsche Abschied, daß er in dieser Schrift manchen Anhaltspunkt gefunden haben möge, der ihm zu eigenen Versuchen und neuen Nutzanwendungen die erforderliche Anleitung giebt.

Inhalt.

Erster Abschnitt.

1. Von den Eigenschaften der Luft, dem Drucke derselben und den darauf begründeten Erscheinungen. . . . . Seite 5
2. Von den Mitteln, den Druck der Luft zu vermindern oder zu vermehren. 15
   a. Erzeugung luftleeren Raumes mittelst der Luftpumpe. . 16
   b. Dieselbe mittelst anderer mechanischer Vorrichtungen. . 18
   c. Deßgleichen durch Abfluß von Quecksilber. 19
   d. „ „ „ Wasserdampf. 21
   e. „ „ „ Absorption ihres Sauerstoffs. . . . 24
3. Von den Mitteln, den Luftdruck zu vermehren. 25
4. Gewöhnliche Erscheinungen als Folge vermehrten oder verminderten Luftdrucks. 27

Zweiter Abschnitt.

Von der Benutzung des luftleeren Raumes zu industriellen Zwecken. 30
1. Der Heber. . . . . —
2. Der Vexirbecher und Canalheber. 32
3. Von den Spritzen. 34
4. Die Saugpumpen. . . . . —
5. Savery's Dampfmaschine und Watt's Prägwerk. . . 36
6. Die atmosphärische Eisenbahn. 38
7. Papin's Maschine, um die Kraft eines Wasserrades auf eine große Entfernung fortzuleiten. 39
8. Luftballons. 48
9. Conservation im luftleeren Raume. 49
10. Benutzung des Luftdrucks und der Luftverdünnung bei Krankheiten. 51
11. Filtriren unter Anwendung des luftverdünnten Raumes. . 52
12. Rommershausen's Luft- oder Extractionspresse. . . 56
13. Anwendung des luftverdünnten Raumes in Druckereien und Papierfabriken. 58
14. Zum vollständigen Auswaschen gebleichter Zeuge. 59
15. Die Fabrikation des Bandanos. . . . . —
16. Anwendung des Luftdrucks in Zuckerraffinerien. 60
17. Das Färben im luftverdünnten Raume. . . . . —
18. Vortheile der Luftverdünnung bei Imprägnationen. . . . 62
19. Beschleunigung des Gerbeprocesses durch Luftverdünnung. . —
20. Der Centrifugal-Ventilator. 63

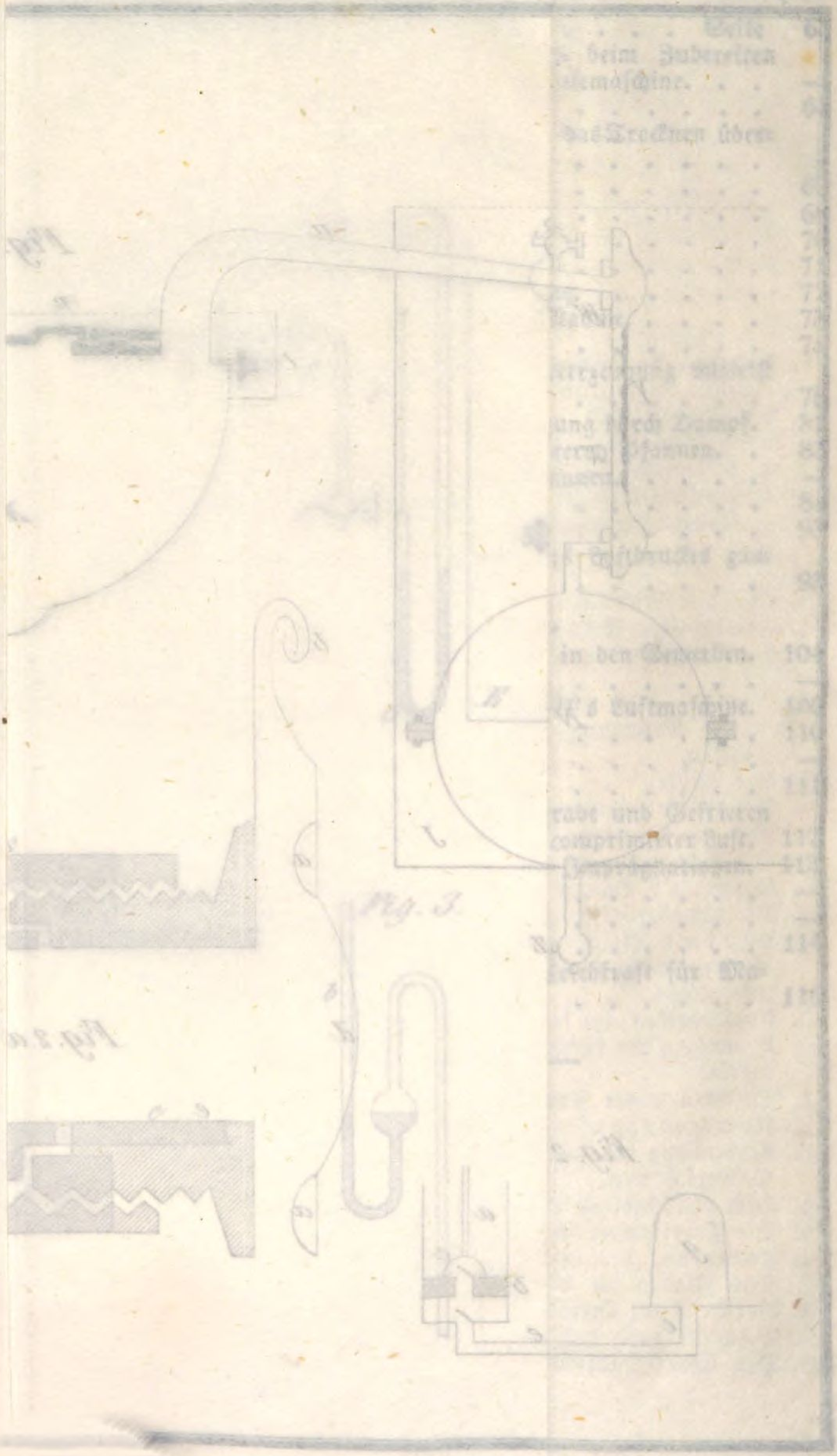
21. Der Exhaustor. . . . . Seite 63
22. Anwendung des Centrifugal=Ventilators beim Zubereiten der Baumwolle und als continuirliche Blasemaschine. . . —
23. Desselben Nutzen in Nähnadelfabriken. 64
24. Ueber die Centrifugal=Trockenmaschine u. das Trocknen überhaupt. . . . . —
25. Ventilatoren. 66
26. Von den Gebläsen. 68
27. Eisbildung im luftleeren Raume. 70
28. Abdampfung ohne Feuer. 71
29. Das Abdampfen im luftverdünnten Raume. 72
30. Apparat zum Abdampfen im luftleeren Raume. 73
31. Die Vacuumpfanne der Zuckersiedereien. 75
32. Roth's Zuckersiede=Apparat zur Luftleereerzeugung mittelst Dampf. 78
33. Pelletan's Apparat mit Luftleereerzeugung durch Dampf. 81
34. Concentration der Schwefelsäure in luftleeren Pfannen. . 83
35. Darstellung des Leims in luftleeren Pfannen. . . . . —
36. Die Destillation im luftleeren Raume. 84
37. Künstlicher Blutegel. 93
38. Anwendung der verdünnten Luft und des Luftdruckes zum Treiben von Maschinen. 93

Dritter Abschnitt.

Von der Benutzung der comprimirten Luft in den Gewerben. 104
1. Die Windbüchse. . . . . —
2. Der Heronsball, Heronsbrunnen und Höll's Luftmaschine. 106
3. Die Feuerspritzen. 110
4. Pneumatisches Feuerzeug. . . . . —
5. Heizung ohne Feuer. 111
6. Erzeugung außerordentlich hoher Kältegrade und Gefrieren des Weingeistes durch schnelle Ausdehnung comprimirter Luft. 112
7. Comprimirte Luft zur Beförderung von Imprägnationen. 113
   a. Bei der Holzconservation. . . . . —
   b. " " Stärkefabrikation. . . . . —
   c. Andere Imprägnationen mit Luftdruck. 114
8. Anwendung der comprimirten Luft als Triebkraft für Maschinen. 116

W
Y
X
D
f
e
k
l
N
h
i
m
Fig. 2. b.
Fig. 4.
b
d
c
a
f
g
Fig. 2.
g
e

Luftleerer Raum.



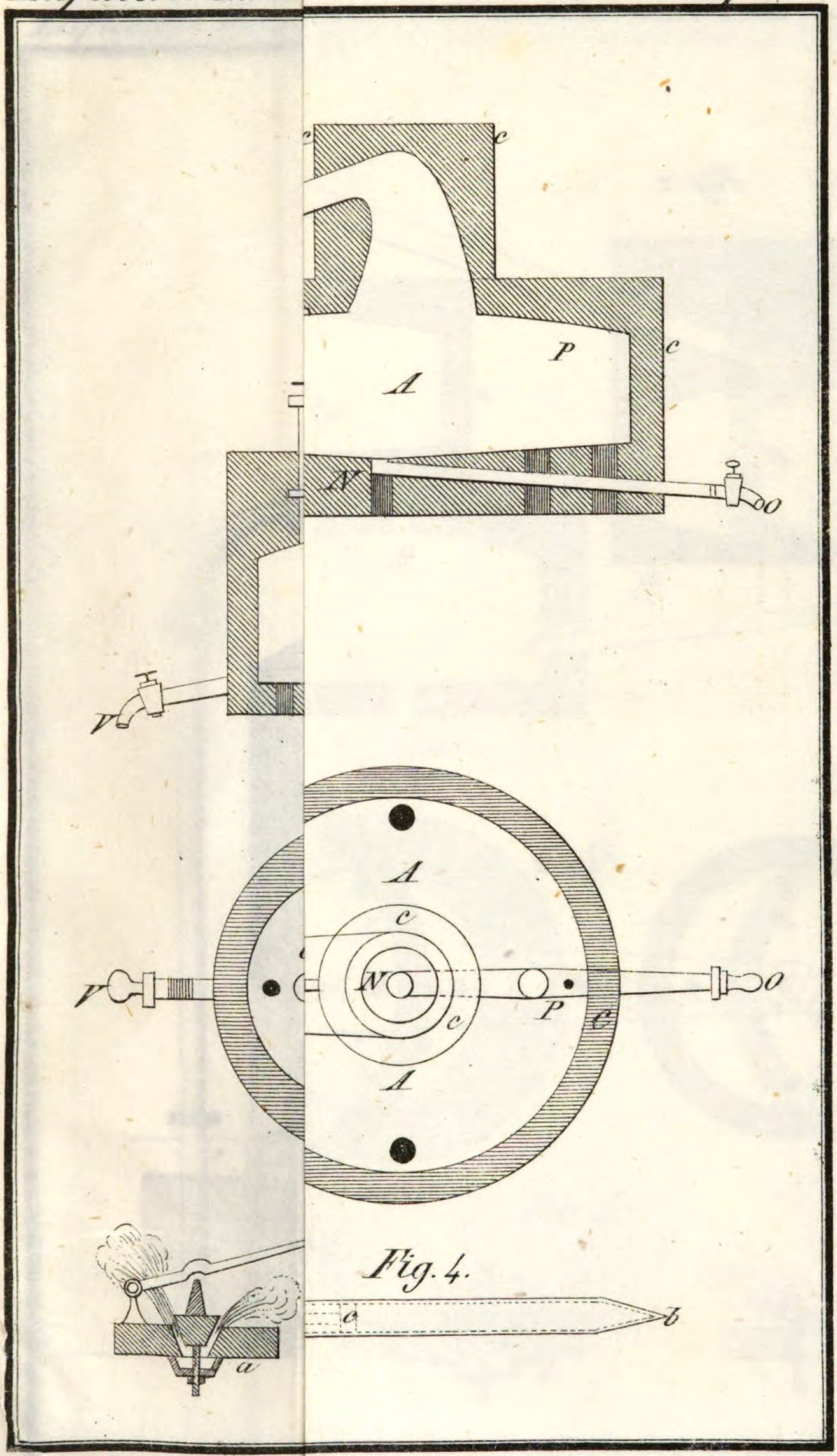


Fig. 4.

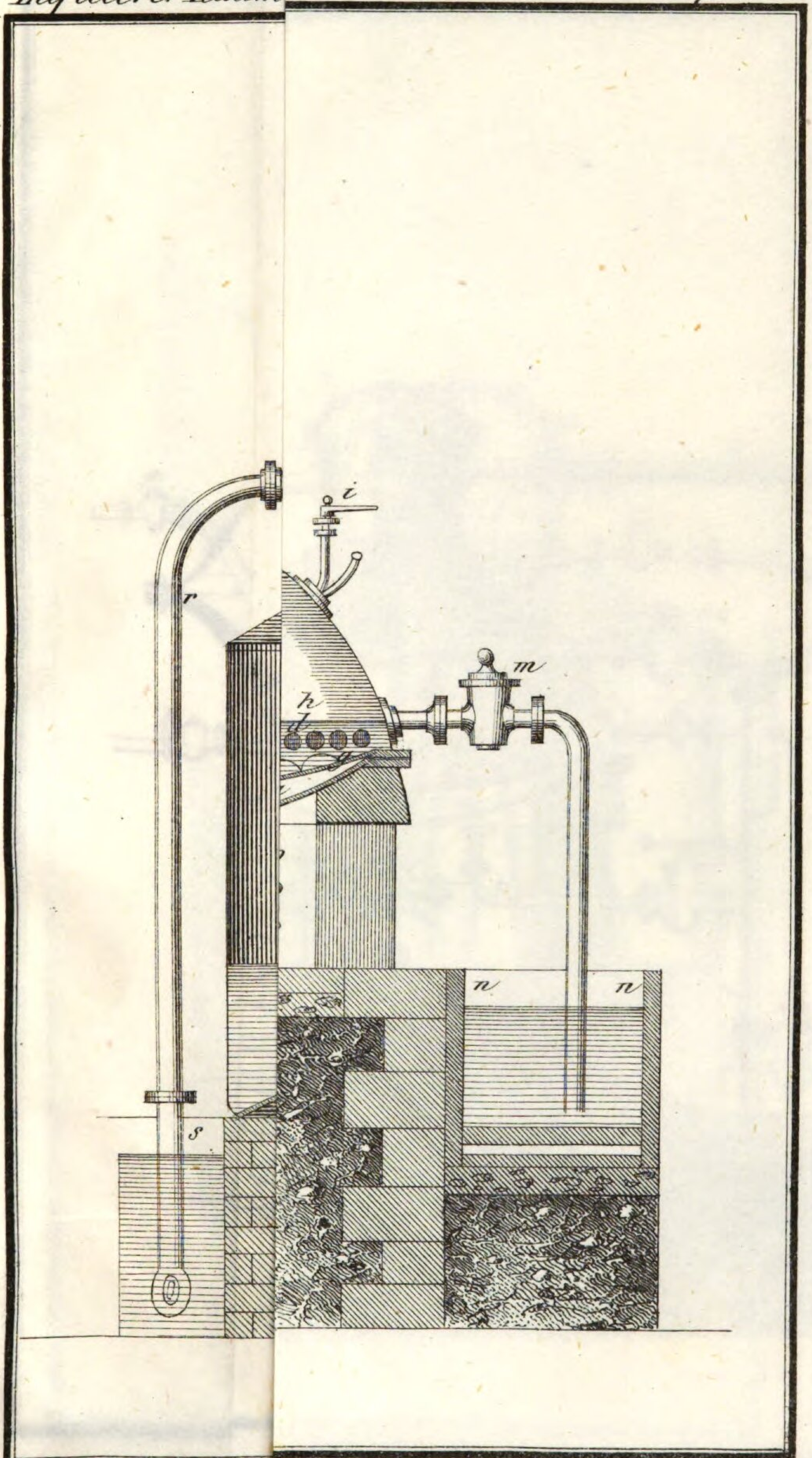
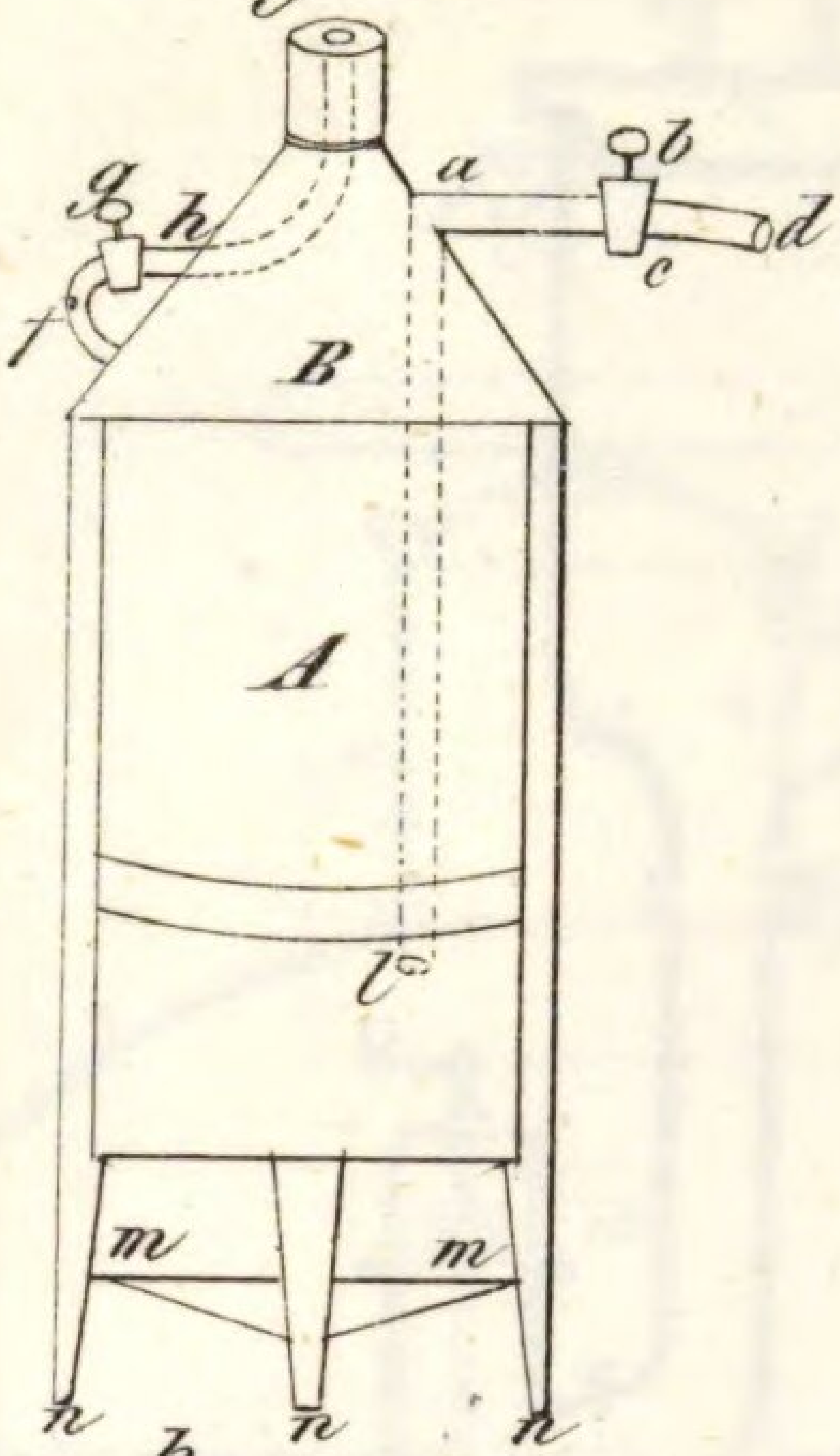
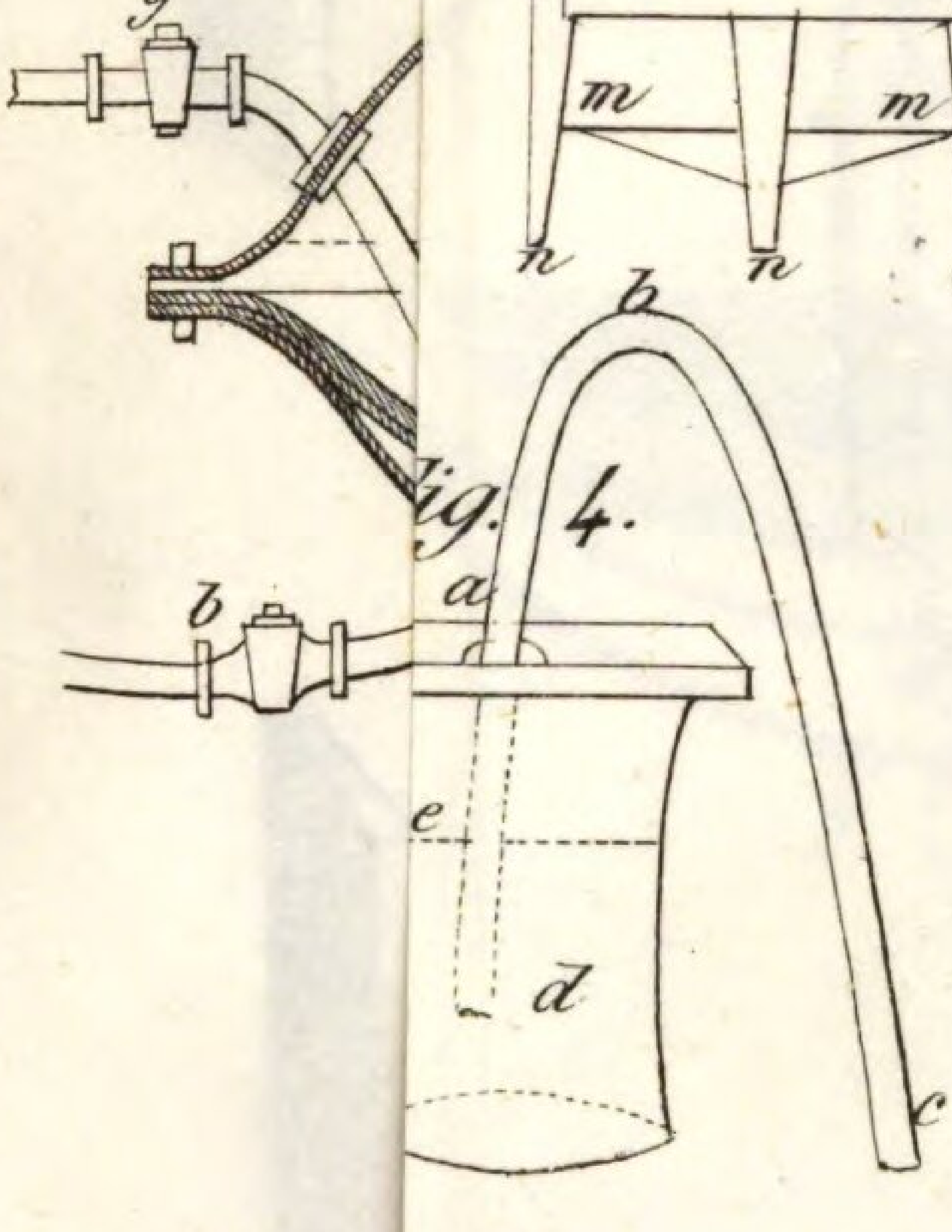

i
r
m
h
d
g
n
n
s

Fig. 3.





ig. 4.

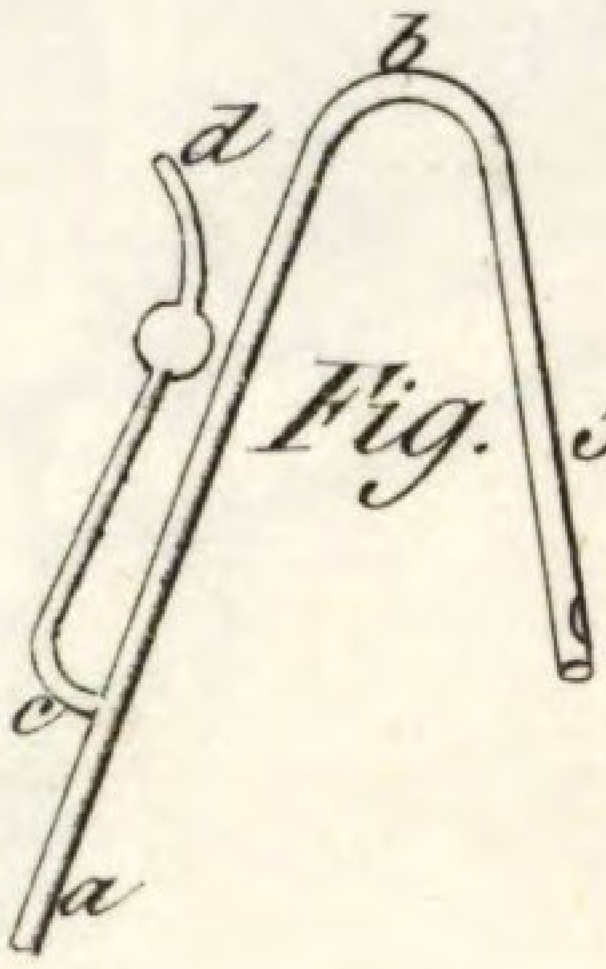


Fig. 5.

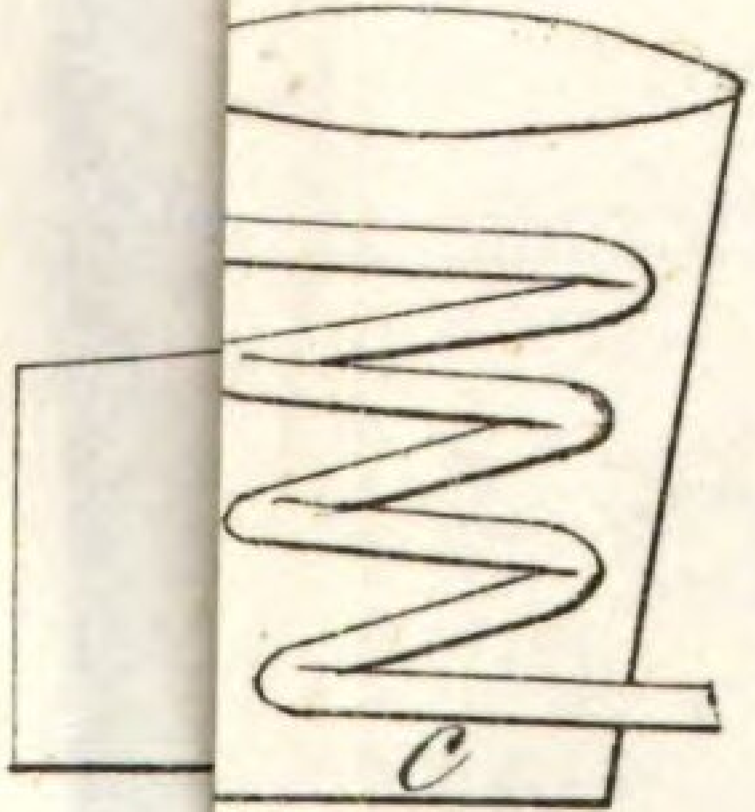
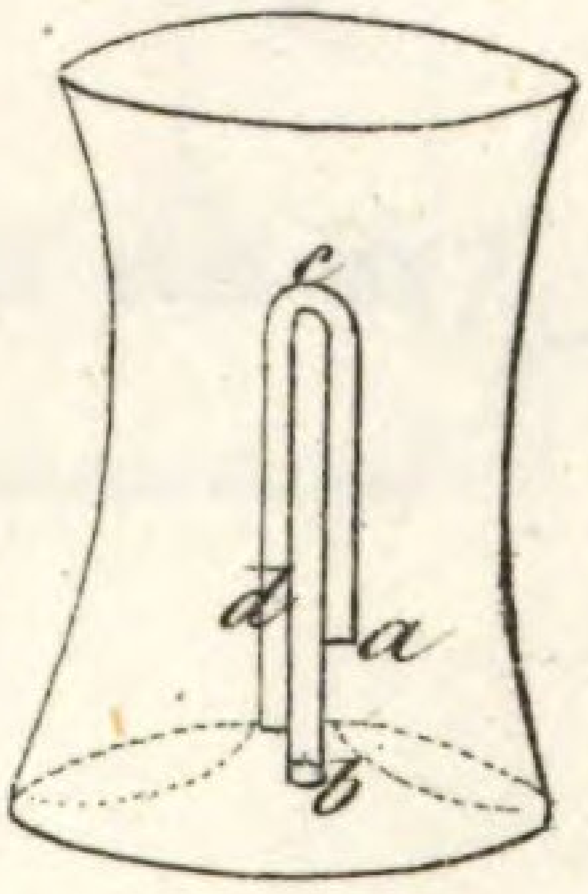


Fig. 6.



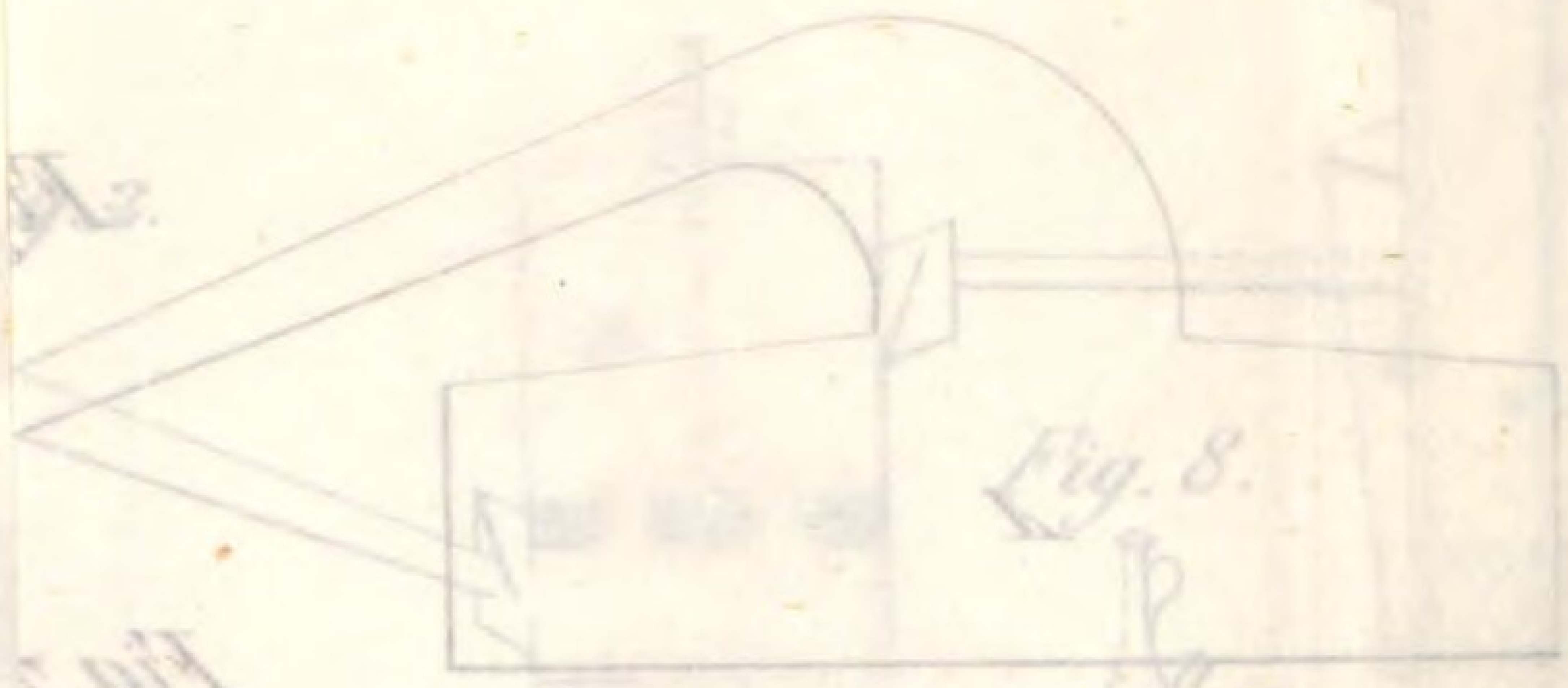
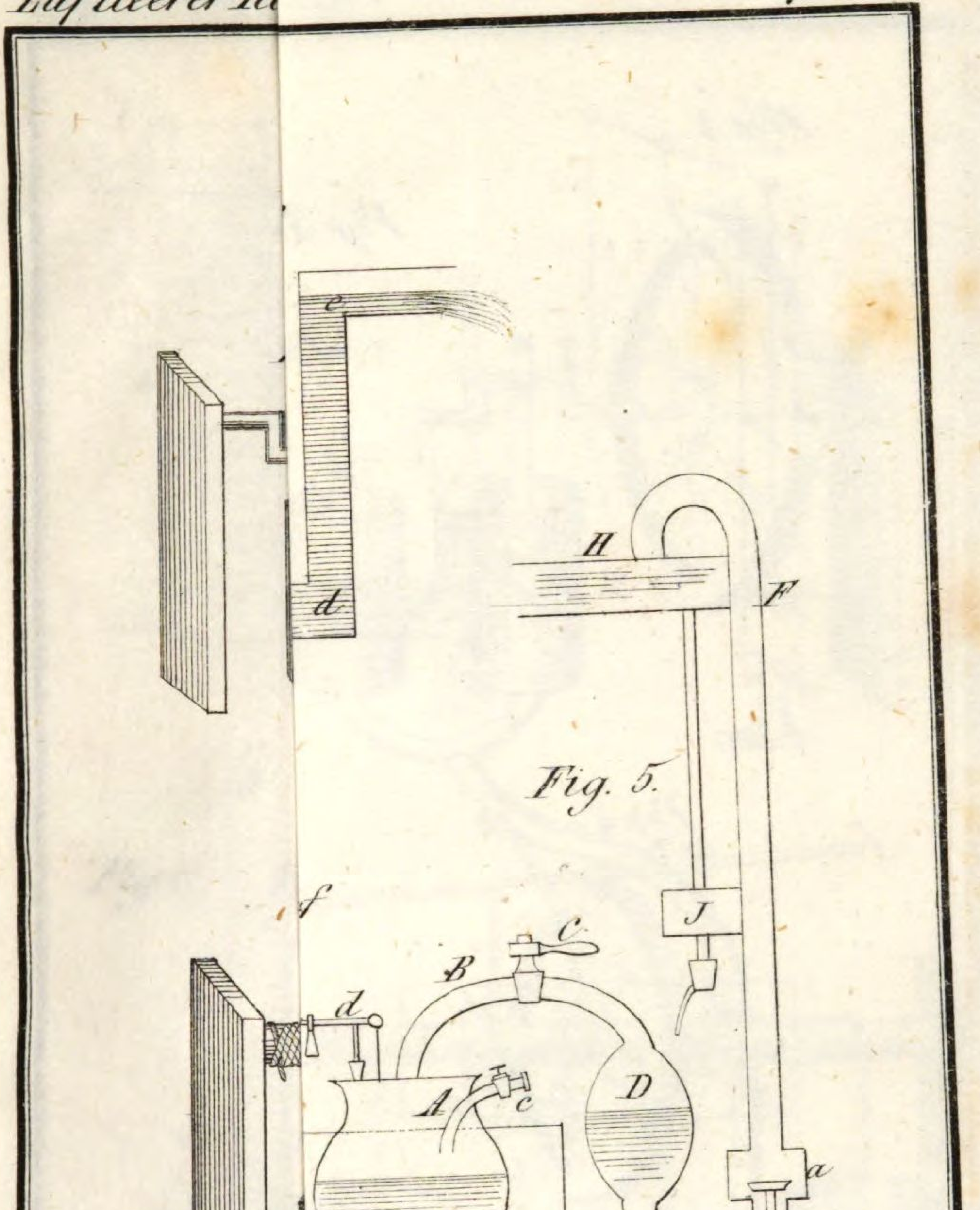


Fig. 8.


e
d
H
F
Fig. 5.
J
f
C
B
d
A
c
D
a
b
b
Fig. 7
E
a
c
G
d
d

Knode

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Schmidtbauer, Ludw.

Der luftleere Raum, der Luftdruck u. die componierte Luft in ihre ?? ?? ü
blichen oder noch möglichen Nutzanwendung in den ??

Quedlinburg u. Lpzg 1849

Techn. 188 q
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10305811-0